

Ensino e Aprendizagem de Programação na Educação 4.0: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Katyeydo Karlos de Sousa Oliveira, Anderson da Silva Marcolino, Taciana Pontual Falcão, Ellen Francine Barbosa

karlos_oliveira@usp.br, anderson.marcolino@ufpr.br, taciana.pontual@ufrpe.br, francine@icmc.usp.br
Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade de São Paulo

RESUMO

A aquisição de habilidades em programação é essencial em um mundo cada vez mais tecnológico. A Educação 4.0 surge como uma resposta, buscando preparar os alunos para ocupações emergentes na era digital. Nesse contexto, a programação desempenha um papel crucial na capacitação individual e na adaptação às demandas tecnológicas em constante evolução. Este artigo descreve um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) sobre o ensino de programação na Educação 4.0 no ensino superior, abordando lacunas na pesquisa sobre competências necessárias para desenvolver cursos eficazes de programação. As conclusões destacam que a pesquisa sobre ensino de programação na Educação 4.0 está em estágios iniciais. Nota-se que abordagens como Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Colaborativa são proeminentes na Educação 4.0, enquanto desafios incluem adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos e considerar a diversidade de familiaridade com a programação.

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

PALAVRAS-CHAVE

Educação 4.0, Ensino Superior, Mapeamento Sistemático da Literatura, Programação

1 INTRODUÇÃO

A aquisição de habilidades em programação é cada vez mais importante em um mundo progressivamente mais tecnológico [2]. Aprender a programar não é apenas sobre criar softwares [7], é também sobre aprender a resolver problemas de maneira sistemática [13] e raciocinar logicamente [23]. A programação promove, ainda, a criatividade e a colaboração, cruciais na Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) [24, 26].

A Educação 4.0 surge como uma resposta à Indústria 4.0, na qual a transformação digital está progressivamente automatizando tanto o trabalho quanto a vida cotidiana [19]. Impulsionada pela demanda da Indústria 4.0, que visa a utilização efetiva de tecnologias digitais para substituir processos mentais humanos por inteligência

artificial e automação digitais [16], a Educação 4.0 está alinhada à ideia de uma indústria impulsionada por tecnologias avançadas, em que a aprendizagem e a adaptação contínuas são essenciais para enfrentar os desafios da atual revolução tecnológica [31].

Com a Educação 4.0 direcionada a preparar os alunos para ocupações emergentes na era digital, a aquisição de habilidades de programação assume um papel central para impulsionar tanto a capacidade individual quanto a adaptabilidade no cenário tecnológico em constante evolução [18]. Desse modo, a Educação 4.0 foi concebida com o propósito de abordar tais desafios, não apenas proporcionando um ambiente de aprendizado intrinsecamente imbuído de tecnologia, mas também com a missão de cultivar as competências necessárias para as ocupações emergentes na era digital [34].

O relatório da OECD “*Skills for the Digital Transition*” [22] evidencia o crescimento das ocupações digitais em diversos países, com destaque para desenvolvedores de software, programadores e cientistas de dados. Esse crescimento destaca a importância das habilidades de programação diante da evolução rápida do mercado de trabalho. Além disso, o relatório *Future of Jobs* de 2023 do Fórum Econômico Mundial [37] destaca que a automação já engloba um terço das tarefas globais, e que a adoção de Inteligência Artificial e aprendizado de máquina podem promover o aumento de empregos. Ainda, destaca que há um foco crescente em habilidades analíticas e criativas, com especialistas em tecnologia liderando o crescimento do emprego, tornando as habilidades de programação ainda mais relevantes no contexto da preparação para o futuro do trabalho.

Nesse sentido, a programação é uma disciplina crucial para alunos que desejam ingressar em ocupações digitais da Indústria 4.0, já que a codificação pode ser uma ferramenta essencial para a resolução de problemas complexos em diversas áreas [37]. No entanto, as habilidades e competências específicas necessárias para projetar, implementar e avaliar cursos efetivos de programação no contexto da Educação 4.0 ainda recebem atenção limitada [31].

Devido à importância estratégica das habilidades de programação no cenário tecnológico atual, este artigo descreve o planejamento, condução e principais resultados de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), conduzido com o objetivo de investigar os estudos mais relevantes que discutem o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior.

O artigo está estruturado como se segue: a Seção 2 apresenta o protocolo adotado no MSL. Na Seção 3, são apresentados a abordagem adotada para cada questão de pesquisa e os resultados, além da análise e discussão dos resultados obtidos. Na Seção 4 são apresentadas propostas para mitigar as lacunas identificadas neste MSL.

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp'24, Abril 22-27, 2024, São Paulo, São Paulo, Brasil (On-line)

© 2024 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões e sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Educação 4.0 surge como resposta às transformações profundas na sociedade impulsionadas pela Indústria 4.0, marcada pela crescente automação e transformação digital [24]. Este paradigma educacional busca alinhar a formação dos indivíduos com as demandas da Quarta Revolução Industrial, onde a tecnologia permeia todas as esferas da vida cotidiana e do trabalho [12].

Para isso, se embasa em quatro referenciais teórico-tecnológicos, sendo o núcleo, o Modelo Sistêmico de Educação, que se interliga, por sua vez, com a Educação Científica e Tecnológica, Engenharia e Gestão do Conhecimento e a Ciberarquitetura [17].

É na Educação Científica e Tecnológica, que emergem os processos socioculturais-educacionais que, por sua vez, fundamentam teoricamente em Vygotsky e na Teoria Sócio-histórica; em Thompson e na Teoria Social da Mídia; em Leontiev e na Teoria da Atividade; e em Siemens e na Teoria da Conectividade, a Educação 4.0 [17].

A necessidade de habilidades relevantes para o século XXI é central na Educação 4.0, destacando competências como trabalho em equipe, pensamento crítico, empatia e resolução de problemas [36]. O objetivo é promover aprimoramento contínuo, requalificação e a capacidade de desaprender e reaprender diante de um cenário dinâmico [26].

Na educação superior, a busca pela proficiência em tecnologias digitais é uma das metas, considerando um mundo interligado e multifacetado [36]. As instituições enfrentam o desafio de equipar os estudantes com habilidades para criar uma sociedade inclusiva e produtiva [9]. O papel dos docentes é crucial, exigindo competências digitais para promover o aprendizado baseado no humano, em problemas e projetos [20].

A Educação 4.0 propõe uma mudança de paradigma nas habilidades necessárias para enfrentar a Quarta Revolução Industrial [24]. Os estudantes devem aplicar conhecimentos em circunstâncias inéditas, demandando um amplo conjunto de habilidades cognitivas, sociais, emocionais e práticas [24]. O Fórum Econômico Mundial revela que cerca de 65% dos estudantes do século XXI atuarão em empregos ainda inexistentes ao ingressarem nas escolas, ressaltando a urgência de equipá-los com competências digitais [36].

No âmbito das habilidades do século XXI, a Educação 4.0 destaca a importância do pensamento analítico, resolução de problemas e colaboração, indo além das habilidades acadêmicas tradicionais [9]. No contexto específico do ensino de programação, a Educação 4.0 visa desenvolver habilidades técnicas, cognitivas, sociais e emocionais nos estudantes [37]. Para isso, os sistemas educacionais devem realizar tarefas relevantes, proporcionando um melhor êxito no trabalho e na vida [28]. Oliveira e Souza [24] propõem uma abordagem holística que incorpora o uso de tecnologias digitais, competências digitais para docentes, desenvolvimento de habilidades nos estudantes e pedagogias inovadoras centradas na construção de conhecimento sob demanda.

De acordo com [32] a Educação 4.0 redefine o cenário educacional, demandando uma adaptação contínua dos sistemas educacionais para equipar os estudantes com as habilidades essenciais para prosperar na Quarta Revolução Industrial. No contexto do ensino

de programação, essa mudança implica a integração de práticas inovadoras, competências digitais e o desenvolvimento amplo de habilidades técnicas e socioemocionais [30].

3 PROTOCOLO

O MSL foi conduzido de acordo com as orientações de Kitchenham e Charters [14], combinando a pesquisa automatizada utilizando strings de pesquisa em bibliotecas digitais com o método de *Snowballing* [38], analisando estudos que citam o estudo já selecionado (*forward snowballing*) por meio da plataforma *Google Scholar*.

3.1 Questões de Pesquisa

O principal objetivo deste MSL é identificar os estudos mais relevantes que discutem o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 a fim de possibilitar a caracterização de como as experiências nesse cenário são estruturadas e avaliadas no ensino superior. O objetivo do MSL foi decomposto nas seguintes Questões de Pesquisa (QP):

- **QP1:** Quais são as abordagens e metodologias didáticas utilizadas para o ensino de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior?
- **QP2:** Quais são os principais desafios enfrentados pelos educadores no ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior?
- **QP3:** Quais são os principais resultados e impactos observados nas experiências de ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior?
- **QP4:** Quais são as lacunas ou áreas de pesquisa em aberto relacionadas ao ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior?

3.2 Estratégia da Pesquisa

Foram utilizadas duas strings de busca, uma na língua inglesa e outra na língua portuguesa. Tal estratégia foi utilizada visando investigar o contexto nacional e internacional. Inicialmente, foram realizadas pesquisas informais com o intuito de calibrar as strings de busca e identificar os termos relevantes para as QP. Além disso, foram incluídos sinônimos para evitar a omissão de estudos relevantes.

A busca foi conduzida em todo o texto das publicações, não se restringindo apenas aos títulos. A string de busca na língua inglesa (*string 1*) foi: (“*Introductory Programming*” OR “*CS 1*” OR *CS1* OR “*Introduction to Programming*”) AND (“*Education 4.0*” OR “*Industry 4.0*”) AND (“*Higher Education*”). A organização dos termos de busca da *string 1* levou em consideração as peculiaridades de cada base de busca devido às diferenças de sintaxe. Para a busca na língua portuguesa (*string 2*), optou-se exclusivamente pela utilização da plataforma *Google Scholar*, em virtude da escassez de estudos relacionados à programação introdutória no contexto da Educação 4.0 disponíveis em bases de dados específicas em língua portuguesa. Essa escolha se fundamenta no fato de o *Google Scholar* ser uma plataforma de ampla abrangência, que indexa uma vasta gama de fontes acadêmicas, proporcionando a vantagem de viabilizar uma busca mais abrangente por estudos relevantes em língua portuguesa. A *string 2* foi: (“*Programação Introdutória*” OR “*CS 1*” OR *CS1* OR

“Introdução à Programação”) AND (“Educação 4.0” OR “Indústria 4.0”) AND (“Ensino Superior”).

Os termos *Industry 4.0*/Indústria 4.0 foram incluídos nas *strings* de busca para abordar a conexão entre a educação e as transformações tecnológicas ocorridas na indústria e na sociedade. O conceito de Indústria 4.0 refere-se à Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela integração de tecnologias avançadas como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, automação e análise de dados nas operações industriais [4]. A inclusão destes termos nas *strings* amplia o escopo da pesquisa para identificar como a educação, especialmente no ensino superior, está se adaptando para formar profissionais aptos a lidar com os desafios e oportunidades dessa revolução tecnológica. Portanto, ao conectar *Industry 4.0*/Indústria 4.0 com *Education 4.0*/Educação 4.0 nas *strings*, busca-se compreender como a programação introdutória está sendo abordada no contexto da Educação 4.0, levando em consideração os impactos da Quarta Revolução Industrial nas práticas educacionais e na formação dos alunos.

Para as *strings* os estudos foram selecionados nas bases de dados internacionais: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Science@Direct*, *Scopus*, *Springer Link*, e *Google Scholar*. O período de publicação considerado foi de 2014 a 2023. O ano de 2014 foi escolhido como ponto de partida devido à publicação de Watson e Li [35], que é um trabalho de relevância que abordou o fenômeno das altas taxas de reprovação em cursos de programação introdutória, ressaltando a escassez de evidências substanciais sobre esse fenômeno até aquele momento. Ao iniciar o MSL tendo esse artigo como ponto de partida, busca-se delinear o panorama das pesquisas e investigações acadêmicas nessa área específica, possibilitando uma caracterização mais completa e precisa das experiências de ensino superior relacionadas à programação introdutória no cenário da Educação 4.0.

3.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram estabelecidos os seguintes Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE):

- **Critérios de Inclusão:** **CI1:** Estudo apresenta abordagens ou metodologias pedagógicas para o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior. **CI2:** Estudo apresenta desafios ou oportunidades enfrentados pelos educadores no ensino e avaliação de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior.
- **Critérios de Exclusão:** **CE1:** Estudo não é um estudo primário. **CE2:** Estudo não é escrito em língua inglesa ou portuguesa. **CE3:** Texto completo do estudo não está acessível. **CE4:** Estudo é duplicado (ou é versão menos detalhada/mais antiga de outro).

3.4 Condução do Mapeamento Sistemático da Literatura

O MSL teve início em julho de 2023. A busca inicial para a *string 1* e *string 2* resultou em um total de 1099 estudos potenciais (Tabela 1).

A aplicação dos critérios de exclusão nos 1099 estudos iniciais resultou na exclusão de 810 estudos, restando 289. Em seguida, os principais campos de identificação dos 289 estudos foram lidos visando atender aos critérios de inclusão, resultando na exclusão de

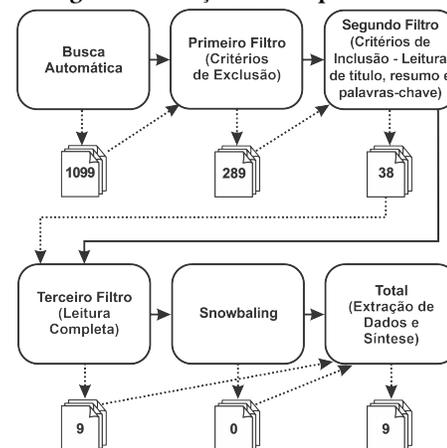
Tabela 1: Resultados da Busca Automatizada

	Base	Estudos
String 1	<i>ACM</i>	16
	<i>IEEE</i>	344
	<i>Science Direct</i>	6
	<i>Scopus</i>	1
	<i>Springer</i>	437
String 2	<i>Google Scholar</i>	270
	<i>Google Scholar</i>	25
Total		1099

251 estudos e restando 38 para a leitura completa. Posteriormente, foi realizado um terceiro filtro de seleção com a leitura completa dos 38 estudos, resultando na exclusão de 29 estudos e seleção de nove estudos para a etapa de extração de dados.

Após a conclusão das etapas anteriores, a etapa de snowballing foi realizada com o intuito de ampliar a busca por estudos relevantes. Entretanto, durante essa fase, não foi identificado qualquer novo estudo. Isso possivelmente se deve à escassez de trabalhos relacionados à temática específica do ensino de programação dentro do contexto da Educação 4.0. A ausência de estudos nessa área restringiu a capacidade de expandir a base de conhecimento por meio do método de snowballing, o que pode evidenciar a necessidade de mais investigações neste campo de pesquisa. A Figura 1 apresenta o resultado final da condução deste MSL.

Figura 1: Iterações do Mapeamento



3.5 Extração de Dados

De cada estudo foram extraídos os seguintes dados: título, autor(es), ano de publicação, URL. Ainda, procedeu-se com a leitura completa para responder às QP propostas. O formulário de extração de dados está disponível on-line ¹. Os nove estudos identificados pelo mapeamento sistemático podem ser visualizados na Tabela 2.

¹doi.org/10.5281/zenodo.10435781

Tabela 2: Estudos primários resultantes da busca automática

ID	Título	Referência
EP01	<i>Um framework para a aprendizagem de habilidades de programação e habilidades do século XXI</i>	Oliveira et al. (2022) [25]
EP02	<i>Predição do rendimento dos alunos em lógica de programação com base no desempenho das disciplinas do primeiro período do curso de ciências e tecnologia utilizando técnicas de mineração de dados</i>	Barros et al. (2019) [3]
EP03	<i>Idea Lab: Bridging Product Design and Automatic Manufacturing in Engineering Education 4.0</i>	Kleppe et al. (2022) [15]
EP04	<i>Flipped classroom methodology as a teaching strategy in education 4.0</i>	Páez-Quinde et al. (2023) [27]
EP05	<i>Education 4.0 for mechatronics – agile and smart</i>	Eichinger et al. (2017) [8]
EP06	<i>Aspect-Based Emotion Analysis on Speech for Predicting Performance in Collaborative Learning</i>	Dehbozorgi e Mohandoss (2021) [6]
EP07	<i>A comparison in the teaching of programming for development kits with IoT</i>	Varela-Aldás et al. (2022) [33]
EP08	<i>Agile approach to a CS2-based course using the Jupyter notebook in lab classes</i>	Guerra et al. (2019) [10]
EP09	<i>Learner Engagement Analytics in a Hybrid Learning Environment</i>	Naeem e Bosman (2023) [21]

4 RESULTADOS

4.1 QP1 - Abordagens e Metodologias Didáticas

Considerando a QP1, este mapeamento aponta que oito estudos utilizaram pelo menos uma abordagem ou metodologia didática para o ensino de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior, sendo que alguns dos estudos informaram mais de uma abordagem. No total, 14 abordagens ou metodologias didáticas foram mencionadas, como apresentado na Tabela 3. A seguir, são sintetizados alguns dos trabalhos associados à QP1.

No contexto das abordagens e metodologias didáticas utilizadas para o ensino de programação na Educação 4.0 no ensino superior, destaca-se que as abordagens de Aprendizagem Baseada em Problemas (EP03; EP05; EP09) e Aprendizagem Colaborativa (EP03; EP04; EP06) emergem como as mais citadas nos estudos analisados, totalizando três citações cada. De acordo com EP05, a Aprendizagem

Tabela 3: Abordagens ou metodologias didáticas no ensino de programação

Abordagem ou metodologia didática	Artigos
Aprendizagem Baseada em Problemas	EP03; EP05; EP09
Aprendizagem Colaborativa	EP03; EP04; EP06
Aprendizagem Baseada em Projetos	EP09
Arduino	EP07
Sala de aula invertida	EP04
Gamificação	EP04
Pensamento Computacional	EP01
Programação em blocos	EP07
Aprendizagem híbrida	EP09
Coaching	EP05
Framework SCRUM	EP08
Mentoria	EP05
Processamento de linguagem natural	EP06
Simulação em contextos do mundo real	EP08

Baseada em Problemas reflete o desejo de incentivar a autonomia dos estudantes, permitindo que explorem problemas reais e projetos práticos, estimulando a criatividade, a colaboração e a aplicação do conhecimento teórico em contextos práticos. Por outro lado, de acordo com EP04, a Aprendizagem Colaborativa visa promover a interação entre os estudantes, fomentando a troca de conhecimentos e a construção coletiva de entendimento, evidenciando a importância da colaboração tanto no cenário digital quanto no ambiente de trabalho contemporâneo.

Outras abordagens ou metodologias foram mencionadas nos estudos analisados. Entre as abordagens identificadas, a Aprendizagem Baseada em Projetos foi mencionada no EP09, para envolver a concepção e execução de projetos práticos, permitindo que os estudantes apliquem seus conhecimentos na resolução de problemas complexos. A Aprendizagem Híbrida também emergiu como uma estratégia relevante, combinando elementos de ensino presencial e online no EP09.

As abordagens de *Coaching* e *Mentoria* no EP05 procuraram fornecer orientação individualizada aos estudantes, ajudando-os a desenvolver suas habilidades de programação, contribuindo para uma aprendizagem mais personalizada e direcionada.

As abordagens de *Flipped Classroom* e *Gamificação* foram utilizadas pelo EP04 para transformar o ambiente educacional em um espaço para discussões interativas e atividades práticas, tornando-o mais envolvente e motivador, incentivando os estudantes a alcançarem metas e superarem desafios.

A adoção do *Framework SCRUM* e *Simulação em Contextos do Mundo Real* no EP08 teve como objetivo, segundo os autores, levar para os estudantes um ambiente semelhante às práticas da indústria de software, preparando-os para ambientes de desenvolvimento colaborativo, permitindo que eles apliquem seus conhecimentos em cenários do mundo real, promovendo a transferência de habilidades para situações práticas.

Por fim, *Pensamento Computacional* (EP01), *Processamento de Linguagem Natural* (EP06), *Arduino* e *Programação em Blocos* (EP07) foram outras abordagens e metodologias utilizadas para

o ensino de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior.

4.2 QP2 - Principais Desafios

Ao abordar a QP2, o MSL identificou um total de cinco estudos que abordam os desafios específicos que educadores enfrentam no processo de ensino de programação, contextualizados na Educação 4.0 no âmbito do ensino superior. A Tabela 4 sumariza os desafios identificados nos estudos relacionados à QP2.

Tabela 4: Principais desafios enfrentados pelos educadores

Desafio	Artigos
Planejamento da disciplina de programação introdutória para proporcionar o aprendizado da programação e das habilidades do século XXI nos estudantes	EP01
Questões como a motivação dos alunos no curso, a taxa de aprovação da turma e a situação socioeconômica	EP02
Abordagem insuficiente dos aspectos da digitalização essenciais para a formação dos alunos	EP05
Entender e abordar os estados emocionais dos alunos e seu impacto nos resultados da aprendizagem de programação	EP06
Crescente demanda por habilidades em Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina. Ainda, a ampliação das turmas e a adaptação de abordagens pedagógicas para envolver e apoiar inúmeros alunos podem levar a problemas de desengajamento e isolamento	EP09

No cenário da Educação 4.0 no ensino superior, como visto na Tabela 4, o ensino de programação enfrenta alguns desafios que têm impacto direto sobre educadores e alunos. Para uma visualização mais ampla, a Figura 2 apresenta uma nuvem de palavras destacando os principais termos encontrados nos estudos quando mencionados os desafios encontrados no processo de ensino e aprendizagem de programação na Educação 4.0.

Figura 2: Nuvem de palavras dos termos dos desafios no ensino e aprendizagem de programação na Educação 4.0 (QP2)



As palavras “alunos”, “habilidades” e “programação” em destaque ressaltam a maior importância de adaptar o ensino para atender às necessidades individuais dos estudantes, garantindo que todos possam desenvolver as habilidades necessárias para a Educação 4.0. “Programação” é o cerne da questão, indicando a relevância da habilidade em si. As palavras “desengajamento”, “abordagens” e “pedagogias” podem refletir os esforços necessários para superar os obstáculos, repensando as estratégias de ensino, incorporando métodos mais dinâmicos e alinhados com as características da geração atual de alunos. Essa discussão resalta a complexidade do ensino de programação no contexto da Educação 4.0 e a necessidade contínua de inovação e adaptação para enfrentar os desafios e promover uma aprendizagem mais eficaz e envolvente.

De acordo com o EP05 e EP09, a formação de habilidades de programação é essencial para preparar os estudantes para um mundo tecnologicamente avançado, em que a programação é uma competência fundamental. No entanto, muitos educadores encontram desafios significativos ao lidar com alunos de diferentes níveis de familiaridade quanto à programação. Para o EP02, EP06 e EP09, o desengajamento dos alunos também é um ponto crítico, com o ensino tradicional de programação podendo ser percebido como abstrato ou desafiador demais, levando a uma desconexão entre o conteúdo e a motivação dos estudantes.

Para os estudos EP01 e EP09, as abordagens pedagógicas tornam-se centrais na busca por soluções eficazes. Assim, novas estratégias são necessárias para tornar o ensino de programação mais acessível e envolvente. Além disso, conforme o EP06, compreender e abordar os diferentes estados emocionais dos alunos é crucial, pois a frustração diante de desafios técnicos pode afetar a confiança e o desempenho dos alunos no aprendizado das habilidades de programação.

4.3 QP3 - Principais Resultados e Impactos

Considerando a QP3, o MSL identificou um total de seis estudos que abordaram os resultados e impactos mais proeminentes das experiências de ensino e aprendizagem de programação, dentro do cenário da Educação 4.0 no ensino superior. Com o objetivo de fornecer uma visão mais clara sobre os estudos correlatos à QP3, foi elaborada a Tabela 5.

A análise dos principais resultados e impactos das experiências de ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior revela um panorama dinâmico. Para proporcionar uma visualização mais clara e concisa dos aspectos mais relevantes extraídos das análises desta QP3, a Figura 3 foi elaborada com os principais termos identificados nos estudos, quando estes faziam menção aos resultados e impactos da aplicação da pesquisa no contexto do processo de ensino e aprendizagem de programação na Educação 4.0. A figura tem como intuito apresentar os destaques mais notáveis identificados nos resultados dos estudos englobados por este MSL.

A ênfase nas palavras “alunos”, “programação”, “aprendizagem” e “desempenho” demonstra que o cerne das investigações se concentra na capacidade dos estudantes de adquirir habilidades de programação relevantes. No estudo de EP02, os resultados observados indicam que abordagens que consideram as características e

Tabela 5: Principais resultados e impactos observados

Resultados e impactos	Artigo
O estudo apresenta resultados promissores na predição do desempenho dos alunos em disciplinas de programação, o que pode ajudar os educadores a planejar estratégias personalizadas para reduzir a reprovação e evasão dos alunos.	EP02
A maioria dos alunos não tinha experiência em programação antes dos cursos aplicados no estudo, mas após a conclusão dos cursos, a grande maioria foi capaz de programar robôs.	EP03
Maior engajamento dos alunos, facilitando a busca por informações, a interação entre colegas e a realização de tarefas de maneira mais eficiente.	EP04
Há uma correlação fraca, porém positiva, entre a felicidade dos alunos e seu desempenho nas habilidades de programação.	EP06
A programação em bloco leva a tempos de implementação e aprendizagem significativamente mais curtos, destacando o impacto das escolhas tecnológicas na educação de programação e nas experiências de aprendizagem.	EP07
A adaptação de um modelo misto de aprendizagem, que combina elementos presenciais e online, apresentou resultados promissores. Tanto os alunos quanto os instrutores forneceram <i>feedback</i> positivo em relação à facilidade de uso e ao nível de apoio oferecido pelo sistema de laboratório interativo no contexto híbrido. Esses achados sugerem que a combinação de métodos presenciais e online no ensino de programação resultou em um desempenho equiparado entre os grupos de alunos e proporcionou experiências educacionais positivas tanto para os alunos quanto para os instrutores.	EP08

Figura 3: Nuvem de palavras dos termos dos impactos nas experiências de ensino e aprendizagem de programação (QP3)



necessidades dos alunos têm o potencial de gerar resultados promissores.

Os resultados de EP09 ressaltam que, quando os métodos pedagógicos são bem alinhados e as estratégias de ensino são diversificadas, o desempenho dos alunos pode apresentar melhorias significativas.

De acordo com EP02 e EP09, a inclusão de instrutores qualificados, tanto em ambientes presenciais quanto online, desempenha um papel crucial na facilitação da aprendizagem e na orientação dos alunos, garantindo que eles alcancem os resultados desejados.

A presença dos termos “presenciais” e “online” nos ambientes de aprendizagem nos estudos EP02 e EP09 é relevante, destacando a crescente importância da educação nas plataformas virtuais na Educação 4.0. Os resultados e impactos encontrados nessas duas abordagens podem variar, mas ambos indicam a necessidade de flexibilidade e adaptação às mudanças no cenário educacional. No entanto, o sucesso em ambientes online depende de estratégias de engajamento e interação eficazes para superar desafios de isolamento e falta de contato físico.

No EP03, destaca-se que a falta de experiência prévia em programação entre a maioria dos alunos não limitou seu progresso. Pelo contrário, os cursos aplicados permitiram que a grande maioria adquirisse a capacidade de programar robôs, evidenciando a eficácia da abordagem pedagógica empregada.

O EP04 ressalta o significativo aumento no engajamento dos alunos. Isso não apenas tornou mais fácil a busca por informações, mas também promoveu uma interação mais ativa entre colegas e a realização mais eficiente de tarefas. A adoção de abordagens que estimulem o envolvimento dos estudantes parece ser um fator determinante para otimizar a aprendizagem.

No EP06, a correlação positiva entre a felicidade dos alunos e seu desempenho nas habilidades de programação chama a atenção. Embora seja uma correlação fraca, isso sugere que fatores emocionais podem ter um impacto substancial nos resultados acadêmicos, destacando a importância do bem-estar emocional dos estudantes.

Por fim, o EP07 ressalta a relevância das escolhas tecnológicas no ensino de programação. A utilização de programação em blocos encurtou significativamente os tempos de implementação e aprendizagem. Essa observação sublinha como a escolha das ferramentas certas pode ter um impacto direto nas experiências de aprendizado, tornando-as mais eficientes e acessíveis.

4.4 QP4 - Lacunas ou Áreas de Pesquisa em Aberto

Analisando a QP4, o MSL identificou cinco estudos que destacam lacunas ou áreas de pesquisa ainda em aberto no âmbito do ensino e aprendizagem de programação, considerando o contexto da Educação 4.0 no ensino superior. Para oferecer um panorama mais detalhado dos trabalhos relacionados à QP4, a Tabela 6 foi elaborada para sintetizar e apresentar de forma concisa os estudos relevantes.

A Figura 4 evidencia os principais termos presentes nos estudos analisados no que diz respeito às áreas de pesquisa em aberto e lacunas significativas que merecem atenção no contexto do ensino e aprendizagem de programação na Educação 4.0 no ensino superior. A presença destacada das palavras “programação” e “habilidades” pode indicar a necessidade de aprofundar a compreensão sobre como as habilidades em programação podem ser efetivamente transmitidas, aprimoradas e alinhadas às demandas do século XXI. A palavra “ensino” presente na resposta referente a lacunas, ressalta a importância de investigar abordagens pedagógicas inovadoras que integrem a programação de forma eficaz ao

Tabela 6: Lacunas ou áreas de pesquisa identificadas

Lacunas ou áreas de pesquisa	Artigo
<ul style="list-style-type: none"> - Como o Pensamento Computacional está sendo efetivamente aplicado no ensino e aprendizagem de programação, bem como quais habilidades do século XXI essa abordagem pode desenvolver nos estudantes? - Estabelecer métricas que avaliem tanto as habilidades de programação introdutórias quanto as habilidades do século XXI dos estudantes de programação no ensino superior. - Explorar a capacitação dos professores em relação a competências digitais, incluindo tecnologias e pedagogias inovadoras, bem como uma mentalidade e atitudes digitais. - Facilitar a criação de recursos didáticos contemporâneos que atendam às demandas da indústria. Isso inclui a atualização dos currículos acadêmicos para integrar o desenvolvimento de habilidades de programação e habilidades do século XXI, a fim de reduzir o descompasso entre a universidade e a indústria. 	EP01
<ul style="list-style-type: none"> - Fornecer ferramentas de apoio pedagógico abrangentes para coordenadores e professores. - Investigar a implementação de métodos práticos de ensino que priorizem a construção de protótipos reais ao invés de abordagens teóricas, bem como a formação de equipes interdisciplinares que envolvam diferentes habilidades para promover uma compreensão mais abrangente dos conceitos. 	EP02
<ul style="list-style-type: none"> - Garantir uma visibilidade real das tarefas e atividades para atrair os alunos, fomentar a educação prática ao invés de palestras tradicionais em sala de aula e incentivar os estudantes a assumirem responsabilidade por inspirar outros por meio de workshops e projetos colaborativos. - Utilizar interações pedagógicas apropriadas de acordo com o clima da equipe e com base nas emoções expressas pelos alunos. - Oferecer <i>feedback</i> emocional aos alunos para ajudá-los a compreender seus sentimentos e comportamentos nas dinâmicas de equipe, possibilitando ajustes para uma experiência colaborativa mais positiva no ensino de programação. 	EP05
<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de mudança na estratégia de ensino para a prática de programação considerando a nova geração de alunos orientados para o digital. 	EP06
<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de mudança na estratégia de ensino para a prática de programação considerando a nova geração de alunos orientados para o digital. 	EP08

currículo, promovendo a prática e a exploração ativa por parte dos estudantes.

No EP01, são identificadas lacunas e áreas de pesquisa em aberto relacionadas à efetiva aplicação do Pensamento Computacional na Educação 4.0, com ênfase na exploração das habilidades do século XXI que essa abordagem pode promover nos estudantes. A pesquisa

Figura 4: Nuvem de palavras dos termos das lacunas ou áreas de pesquisa de programação na Educação 4.0 (QP4)



destaca a carência de métricas na literatura que possam avaliar tanto as habilidades de programação introdutórias quanto as habilidades do século XXI dos estudantes de programação no ensino superior. Além disso, o estudo sugere a capacitação dos professores em relação a competências digitais, abrangendo tecnologias e pedagogias inovadoras. Outro ponto relevante é a necessidade de facilitar a criação de recursos didáticos contemporâneos que estejam alinhados às demandas da indústria, incluindo a atualização dos currículos acadêmicos para integrar o desenvolvimento de habilidades de programação e habilidades do século XXI, a fim de encurtar a distância entre o ambiente universitário e as necessidades da indústria.

No EP02 é debatida a importância de fornecer ferramentas abrangentes de apoio pedagógico, tanto para coordenadores quanto para professores. É enfatizada a necessidade de estruturas capazes de orientar o planejamento e execução de disciplinas de programação, considerando a complexidade da educação em um ambiente digital.

O EP05 sugere investigar abordagens práticas de ensino, enfatizando a construção de protótipos reais ao invés de focar apenas em teoria; a formação de equipes interdisciplinares indicam a busca por métodos que sejam mais alinhados às demandas do mercado de trabalho atuais. Ainda, aponta que a visibilidade das tarefas e atividades, bem como a promoção de *workshops* e projetos colaborativos, podem engajar os alunos e incentivar a aprendizagem ativa.

No EP06, é observado que a implementação de interações pedagógicas adaptadas ao ambiente emocional da equipe, fundamentadas nas emoções dos estudantes, representa um fator de relevância no contexto do processo de ensino e aprendizagem de programação na Educação 4.0. Aponta, ainda, que oferecer *feedback* emocional não apenas auxilia na compreensão das próprias emoções, mas também contribui para uma experiência de aprendizado colaborativa mais positiva.

Por fim, o EP08 evidencia a necessidade de reformular as estratégias de ensino para se adequar à nova geração de alunos orientados para o digital, o que exige uma abordagem mais dinâmica e interativa.

5 PROPOSTAS PARA MITIGAR AS LACUNAS IDENTIFICADAS

Considerando as lacunas identificadas nos estudos e resumidas na Tabela 6, a seguir são apresentadas possíveis propostas de pesquisas

que possam ser conduzidas, de modo a mitigar ou sanar as lacunas apontadas. Além disso, procuramos estabelecer conexões entre os temas de interesse destacados no Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp) a fim de orientar pesquisas e pesquisadores interessados em iniciar ou direcionar seus estudos com base nessas lacunas e propostas.

- (1) **Pensamento Computacional aplicado na Aprendizagem de Programação e no desenvolvimento de habilidades do Século XXI:** esta lacuna tem relação com o tópico de Pensamento Computacional do EduComp. O desafio está em identificar o quão efetivo é o Pensamento Computacional no ensino e aprendizagem de programação e quais habilidades do século XXI essa abordagem pode desenvolver. O Pensamento Computacional, ainda que não chamado assim, é intrínseco às disciplinas de exatas. Seus pilares são adotados e utilizados diretamente no contexto introdutório de Algoritmos e, posteriormente, na tradução destes para programação com alguma linguagem de programação [5]. Como proposta para investigar a eficácia desta abordagem, planejamos desenvolver e aplicar uma ementa que integra habilidades do século XXI, habilidades de programação e os pilares do Pensamento Computacional. Essa abordagem será avaliada em ambientes de ensino real, comparando-a com ementas que não incluem essa integração. O foco da avaliação é o Pensamento Computacional, separado do desenvolvimento das habilidades, que deve ser promovido independentemente da estratégia de inclusão do Pensamento Computacional na aprendizagem de programação. Pode-se optar, ainda, por uma integração gradativa, em apenas tópicos de programação em que os estudantes possuam maior dificuldade.
- (2) **Métricas para avaliar habilidades de programação introdutória e habilidades do século XXI no contexto do Ensino Superior:** esta lacuna se relaciona com três tópicos de interesse do EduComp, sendo eles a programação na Educação Superior, habilidades técnicas (*hard skills*) e não-técnicas (*soft skills*) em Computação, e avaliação da aprendizagem em Computação. É imprescindível que, enquanto o estudante aprende novos conceitos de programação, habilidades do século XXI também sejam desenvolvidas, contudo, para que se quantifique e avalie o que e em que nível tais habilidades têm se desenvolvido, métricas precisam ser estabelecidas e testadas. Esta lacuna acaba por dificultar o processo de avaliar a integração do Pensamento Computacional como abordagem para melhorar o ensino de programação, destacado na lacuna anterior, visto que as habilidades de programação e do século XXI já deveriam ser contempladas e quantificadas, independente da abordagem integrada. Neste cenário, é possível realizar levantamentos de métricas específicas para cada habilidade do século XXI, criando um conjunto que seja eficaz na avaliação do desenvolvimento de tais habilidades. Recomenda-se seguir etapas que incluam avaliação por especialistas, aplicação em ambientes reais de ensino e a variação de métricas para identificar as mais eficazes. Isso garantirá resultados consistentes que os professores possam compreender e utilizar facilmente.

- (3) **Formação de Professores para se desenvolver competências e mentalidade digitais, seleção e uso de tecnologias e pedagogias inovadoras:** nesta lacuna, intrínseca aos tópicos do EduComp sobre formação inicial de professores em Computação e didática de computação, tem-se a necessidade de se estabelecer meios de capacitar o professor para o digital, contextualizando-os às realidades e vivências de seus estudantes e, com esta visão, permitir que proponham pedagogias inovadoras. Ainda há professores que resistem à adoção de tecnologia em sala [1]. Quando se fala de Educação em Computação, estamos falando de profissionais que sabem da importância da tecnologia como meio de inovar, porém, a efetividade do uso de tecnologias ainda é tema de discussão e precisa de mecanismos de apoio tanto no que se refere à seleção, quanto à formação dos professores, para seu uso efetivo [11]. Ademais, estratégias pedagógicas inovadoras acabam sendo necessárias, para somar-se ao uso de tecnologia - dentre elas, o uso do conteúdo digital consumido pelos estudantes, como material de apoio direcionado ao engajamento e motivação para a aprendizagem, relacionando-os de modo criativo, seja por analogias, similaridades, adaptações para atividades, entre outros [29]. Esse processo requer a condução de investigações de tais propostas aplicadas a ementas e planos de ensino reformulados que, antes e após serem aplicados em estudos de caso reais, passem por avaliações e revisões de pedagogos, profissionais especialistas em estratégias didático-pedagógicas e professores especialistas no uso de tecnologias.
- (4) **Currículos Acadêmicos e Recursos Didáticos aderentes ao desenvolvimento de habilidades de programação, do século XXI e direcionados às demandas do mercado e indústria:** nesta lacuna, tem-se a relação com métodos e estratégias para concepção de currículos, programas e cursos de computação, com recursos de apoio à educação em computação e concepções e organizações curriculares em computação. Para preencher essa lacuna e desenvolver currículos acadêmicos e recursos didáticos verdadeiramente aderentes às necessidades do século XXI e do mercado, é fundamental adotar uma abordagem interdisciplinar. Isso envolve a colaboração ativa entre educadores, profissionais da indústria e pesquisadores, a fim de identificar as habilidades mais relevantes que os estudantes precisam adquirir e como melhor integrá-las ao contexto educacional. Além disso, a flexibilidade é essencial na concepção de currículos, permitindo a adaptação às mudanças rápidas e contínuas no cenário tecnológico. Os currículos devem ser projetados de forma a incorporar tanto as habilidades técnicas (*hard skills*) específicas quanto as habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade (*soft skills*), que são altamente valorizadas no mercado de trabalho.
- (5) **Ferramentas de apoio pedagógico abrangentes para Coordenadores e Professores:** essa lacuna se relaciona com a ausência de materiais didáticos de computação e recursos de apoio essenciais destinados aos coordenadores e professores envolvidos no processo de ensino e aprendizado das habilidades de programação. Ferramentas de apoio pedagógico irão ajudar a refletir em mudanças e adaptações curriculares, bem

como na adoção de recursos que possam ampliar e dinamizar o processo de ensino e aprendizagem. Primeiramente, as ferramentas de apoio pedagógico devem oferecer estruturas com materiais didáticos de alta qualidade que sejam atualizados e alinhados com os objetivos de aprendizado. Isso inclui recursos que abrangem atividades práticas, exemplos de projetos e casos de estudo reais. Além disso, as ferramentas podem incluir orientações e estratégias para uma melhor implementação desses materiais no contexto educacional. Isso pode abranger desde abordagens pedagógicas inovadoras até práticas de ensino que promovam a participação ativa dos alunos, o pensamento crítico e a resolução de problemas.

- (6) **Métodos práticos de ensino e formação de equipes com diversidade de habilidades entre os membros:** essa lacuna, relacionada ao tópico de ensino e aprendizagem de computação no contexto do EduComp, envolve a promoção de atividades centradas na colaboração de equipes compostas por membros com diversas habilidades, muitas delas interdisciplinares. Para abordar essa lacuna, é essencial realizar uma transformação nas estratégias de ensino. Nesse contexto, métodos práticos desempenham um papel fundamental (Aprendizado Baseado em Projetos, Ensino Baseado em Cenários, nos primeiros semestres com estágios e experiências profissionais, etc. em semestres mais avançados), destacando a aplicação direta do conhecimento, frequentemente por meio de projetos e experiências reais. Ainda que os alunos estejam no estágio inicial de contato com a programação, a falta de profissionais na área favorece estágios já nos primeiros semestres das graduações em áreas de TI. Isso possibilita que os alunos desenvolvam as habilidades cruciais para a era digital e compreendam como aplicar seu conhecimento em situações do mundo real precocemente.
- (7) **Visibilidade engajadora de tarefas e atividades e envolvendo os estudantes e criando senso de responsabilidade a inspirar colegas por meio de iniciativas colaborativas:** essa lacuna, relacionada ao tópico de ensino e aprendizagem de computação do EduComp, coloca o engajamento como elemento central, seja para que os estudantes realizem as tarefas e atividades ou desenvolvam o senso de responsabilidade, isto é, de reconhecer a importância de seus conhecimentos, competências, habilidades para si e para o grupo em que está inserido, o que propiciará a criação de exemplos de inspiração para os colegas da turma. Para isso, as tarefas e atividades deverão ser reformuladas, de modo que possam desenvolver o senso de responsabilidade - o que pode ser reforçado, com a identificação prévia de habilidades e competências já evidentes nos alunos e, assim, que partes das atividades que requerem tais habilidades, possam ser desenvolvidas por estes. Deste modo, o grupo como um todo verá a importância dos papéis de cada um, promovendo maior engajamento e senso de responsabilidade, culminando em iniciativas colaborativas. Pode-se, por exemplo, propor a criação de tarefas usando abordagens centradas nos usuários, como o *Human-Centered Design* e o *Design Thinking*. Por meio de métodos como a criação de personas de estudantes e a análise das jornadas de aprendizado, os professores podem projetar tarefas que sejam mais relevantes e atraentes para

os alunos. Além disso, as estratégias de ensino podem ser adaptadas para promover uma abordagem mais centrada nos alunos, na qual eles têm um papel ativo na definição de metas e no monitoramento de seu próprio progresso. Isso pode ser alcançado envolvendo os alunos na definição de objetivos de aprendizado personalizados e incentivando a autorregulação. Os professores podem orientar os alunos a refletirem sobre seu próprio processo de aprendizado, identificando desafios e estratégias para superá-los, criando assim uma experiência de aprendizado mais personalizada e centrada nas necessidades individuais dos alunos.

- (8) **Interações Pedagógicas adaptadas à realidade das emoções dos estudantes:** relacionada com o tópico de estratégias de ensino e aprendizagem de computação do EduComp, essa lacuna indica a necessidade de se adaptar as interações, considerando o clima das equipes e das emoções dos estudantes. Para atender a essa necessidade, é fundamental que os educadores estejam cientes do ambiente emocional das equipes e dos estudantes. Isso envolve a capacidade de identificar as emoções dos estudantes, como o entusiasmo, o estresse ou a frustração, e adaptar as interações de acordo. Essa abordagem pode incluir o ajuste do ritmo e da profundidade das atividades de acordo com o clima da equipe.
- (9) **Feedback baseado em emoções para melhor experiência colaborativa:** relaciona-se aos tópicos de fatores psicológicos e emocionais em educação em computação e ensino e aprendizagem de computação, do EduComp. As emoções influenciam o aprendizado e, neste contexto, quando o professor regula as emoções de seus estudantes, seja por *feedback* ou outro meio - ou os próprios estudantes o fazem - a experiência de aprendizado e colaborativa, pode ser melhorada. Para atender a essa necessidade, é crucial que os educadores estejam cientes das emoções dos estudantes enquanto estão envolvidos em atividades colaborativas. Isso pode incluir a capacidade de identificar quando um estudante está se sentindo frustrado, inseguro ou motivado. Por exemplo, se um estudante está enfrentando dificuldades em uma tarefa de programação e está demonstrando sinais de frustração, um educador pode oferecer *feedback* que não apenas aborda aspectos técnicos, mas também fornece encorajamento e estratégias para lidar com a frustração. Neste mesmo contexto, componentes integrados a ambientes web para programação podem fornecer meios de auxiliar a mitigar a frustração e fornecer ajuda na condução de tarefas de programação.
- (10) **Estratégias de ensino atualizadas a estudantes orientados para o digital em práticas de programação:** alinha-se especialmente ao tópico de programação na educação superior, do EduComp. Essa lacuna indica a necessidade de atualização do modo como o processo de ensino é conduzido, visto que os estudantes, nativos digitais, esperam estar inseridos no digital, também no contexto educacional, visto que esta é a realidade em que vivem. Para abordar essa necessidade, os educadores devem explorar estratégias que promovam a aprendizagem ativa, a participação dos estudantes e a aplicação prática de conceitos de programação. Isso pode incluir a construção de aplicativos, sites, jogos ou outras aplicações interativas que não apenas desenvolvam

suas habilidades de programação, mas também os conectem ao ambiente digital em que vivem.

Essas propostas visam aprimorar o ensino de programação e as experiências de aprendizado dos alunos, alinhando-se com as demandas de um mundo digital em constante evolução. Esperamos que essas sugestões inspirem pesquisadores e educadores a iniciar investigações nesses domínios, compartilhar seus resultados no EduComp e, assim, contribuir para o avanço da educação em computação.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo detalha e analisa os resultados obtidos a partir de um MSL realizado com o propósito de examinar os estudos mais pertinentes que abordam o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior. A partir das conclusões derivadas dos resultados, é possível inferir que a investigação sobre essa temática está em seus estágios iniciais, como evidenciado pela quantidade limitada de estudos analisados no âmbito deste MSL. Ao examinar as respostas às quatro QPs, emergiram percepções valiosas sobre o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 no ensino superior.

Na resposta à QP1, observa-se que a Educação 4.0 no ensino superior se apoia em algumas abordagens e metodologias didáticas para o ensino de programação. Entre as abordagens mais destacadas, a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Colaborativa ganham destaque, cada uma mencionada três vezes em diferentes estudos. Além disso, outras abordagens também são exploradas, cada uma tendo o intuito de proporcionar uma experiência mais envolvente e alinhada com as demandas da Educação 4.0, preparando os estudantes para enfrentar desafios no contexto atual da sociedade.

A análise da QP2 revela desafios no ensino de programação na Educação 4.0 no ensino superior. A análise indica que é crucial adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, repensar estratégias para alinhar-se à geração atual e superar desafios. A diversidade de familiaridade dos alunos com a programação é um obstáculo, exigindo abordagens inovadoras para tornar o ensino acessível e motivador. Ainda, a atenção aos estados emocionais dos alunos é vital para promover confiança e desempenho nas habilidades de programação.

A análise da QP3 revela que abordagens adaptativas são promissoras para o ensino de programação na Educação 4.0 no ensino superior. A capacitação de professores para que eles se tornem qualificados para capacitar os alunos, tanto no ensino presencial quanto no ambiente virtual, emerge como um fator de extrema importância. A falta de experiência prévia em programação não limita o progresso dos alunos, destacando a importância do planejamento pedagógico. Ainda, observa-se que as emoções dos alunos têm impacto significativo nos resultados acadêmicos, enfatizando seu bem-estar. Também foi visto que ferramentas tecnológicas, como a programação em blocos, otimizam o aprendizado encurtando tempos de implementação.

Por fim, a QP4 destaca a necessidade de aprofundar a eficácia da transmissão e aprimoramento das habilidades em programação para atender às demandas do século XXI. A aplicação efetiva do Pensamento Computacional é discutida para promover habilidades

do século XXI nos estudantes, mas a falta de métricas para avaliar essas habilidades é um ponto crítico. Foi visto que capacitar os professores em competências digitais, criar recursos alinhados à indústria e atualizar currículos para integrar programação e habilidades do século XXI é crucial. A importância de ferramentas de apoio pedagógico é evidenciada, assim como a exploração de métodos práticos de ensino com prototipagem e equipes interdisciplinares. A adaptação de interações pedagógicas ao clima emocional dos estudantes e *feedback* emocional são fatores relevantes. Finalmente, a reformulação das estratégias de ensino para a geração digital é necessária, exigindo abordagens dinâmicas e interativas.

Por meio da análise das lacunas apresentadas na QP4, foram elaboradas propostas de pesquisa que podem direcionar futuros estudos que visem contribuir para o avanço do processo de ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0. Portanto, as propostas abrangem desde a investigação da eficácia do Pensamento Computacional no ensino de programação até a criação de métricas para avaliar o desenvolvimento de habilidades do século XXI no contexto do ensino superior. Além disso, foi enfatizada a importância de abordagens centradas no aluno e centradas nos usuários, bem como a necessidade de adaptação de estratégias de ensino e interações pedagógicas para melhor atender às necessidades emocionais e comportamentais dos estudantes.

Ameaças à validade: Este MSL apresenta algumas limitações devido à natureza subjetiva envolvida no processo. No entanto, foram implementadas medidas para minimizá-las. Primeiramente, adotou-se uma abordagem rigorosa de seleção de estudos, seguindo um protocolo bem definido com base em diretrizes estritas, conforme Kitchenham e Charters [14]. Além disso, foram realizadas buscas em diversas bibliotecas digitais, aplicadas técnicas adicionais de seleção de estudos (como o método *snowballing*), utilizadas duas strings de busca diferentes (uma em inglês e outra em português) e o MSL foi conduzido por mais de um pesquisador, com o propósito de mitigar possíveis vieses de opinião. Quanto à estratégia utilizada para a *string 2*, as divergências nos algoritmos de busca entre o Google e outras bibliotecas digitais utilizadas na *string 1* podem ameaçar a validade deste estudo, introduzindo viés na seleção de artigos para o MSL. A fim de mitigar tal ameaça, implementou-se uma abordagem abrangente na estratégia de pesquisa. Expandindo a *string 1* e incorporando sinônimos, termos relacionados e variações pertinentes, assim, buscou-se minimizar o potencial viés na seleção de artigos para a revisão sistemática.

Diante das lacunas identificadas, da crescente importância da Educação 4.0, e da necessidade de melhoria das habilidades de programação e das habilidades do século XXI, os autores planejam conduzir pesquisas futuras que se aprofundem na análise da eficácia das abordagens pedagógicas adaptativas. Estas pesquisas terão como foco o estabelecimento de metodologias e ferramentas robustas para a avaliação dessas habilidades. Além disso, pretende-se investigar meios de capacitar os professores em competências digitais e estratégias inovadoras de ensino. Esses esforços possibilitarão a adaptação das estratégias de ensino para atender às necessidades da nova geração digital, promovendo métodos interativos e dinâmicos que estejam alinhados com a Educação 4.0.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processo 2019/26871-4), e da Especialização em Computação Aplicada à Educação (CAE - ICMC/USP).

REFERÊNCIAS

- [1] Vincent Ruhogo Abel, Jo Tondeur, and Guoyuan Sang. 2022. Teacher perceptions about ICT integration into classroom instruction. *Education Sciences* 12, 9, 609.
- [2] Ümmühan Avci. 2022. A predictive analysis of learning motivation and reflective thinking skills on computer programming achievement. *Computer Applications in Engineering Education* 30, 4, 1102–1116.
- [3] Renata Pitta Barros, Orivaldo Vieira de Santana Junior, Igor Rosberg de Medeiros Silva, Luana Fernandes dos Santos, and Vilson Rodrigues Câmara Neto. 2019. Predição do rendimento dos alunos em lógica de programação com base no desempenho das disciplinas do primeiro período do curso de ciências e tecnologia utilizando técnicas de mineração de dados. 1491–1500.
- [4] Héctor Cañas, Josefa Mula, Manuel Díaz-Madroño, and Francisco Campuzano-Bolarín. 2021. Implementing industry 4.0 principles. *Computers & industrial engineering* 158, 107379.
- [5] André De la Harpe, Johannes Cronjé, and Wilhelm Rothman. 2020. A framework for the development and improvement of computational thinking for high school learners using a programming language and learner management system. *The Independent Journal of Teaching and Learning* 15, 2, 121–140.
- [6] Nasrin Dehbozorgi and Divya Pramasani Mohandoss. 2021. Aspect-based emotion analysis on speech for predicting performance in collaborative learning. In *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 1–7.
- [7] Koen DePryck, Jens Vermeersch, and Annemie Tytgat. 2016. If Learning to Code is Not About Coding, Then What is it About?. In *EDEN Conference Proceedings*. 50–52.
- [8] Peter Eichinger, Bernhard Hofig, and Constance Richter. 2017. Education 4.0 for mechatronics—agile and smart. In *2017 International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM)*. IEEE, 1–7.
- [9] Laura Icela González-Pérez and María Soledad Ramírez-Montoya. 2022. Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability* 14, 3, 1493.
- [10] Hélia Guerra, Luis Mendes Gomes, and Alberto Cardoso. 2019. Agile approach to a cs2-based course using the jupyter notebook in lab classes. In *2019 5th Experiment International Conference (exp. at '19)*. IEEE, 177–182.
- [11] Sara Hennessy, Sophia D'Angelo, Nora McIntyre, Saalim Koomar, Adam Kreimeia, Lydia Cao, Meaghan Brugha, and Asma Zubairi. 2022. Technology use for teacher professional development in low-and middle-income countries: A systematic review. *Computers and Education Open* 3, 100080.
- [12] Christina Hong and Will WK Ma. 2020. Introduction: Education 4.0: Applied degree education and the future of work. *Applied Degree Education and the Future of Work: Education 4.0*, 1–13.
- [13] Panagiotis Kampylis, Valentina Dagienė, Stefania Bocconi, Augusto Chiocciariello, Katja Engelhardt, Gabrielė Stupurienė, Vaida Masiulionytė-Dagienė, Eglė Jasutė, Chiara Malagoli, Milena Horvath, et al. 2023. Integrating Computational Thinking into Primary and Lower Secondary Education. *Educational Technology & Society* 26, 2, 99–117.
- [14] Barbara Kitchenham, Stuart Charters, et al. 2007. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- [15] Paul Steffen Kleppe, Øystein Bjelland, Irina Emily Hansen, and Ola-Jon Mork. 2022. Idea Lab: Bridging Product Design and Automatic Manufacturing in Engineering Education 4.0. In *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 195–200.
- [16] Nataliia Kraus, Kateryna Kraus, Olena Shtepa, Mariia Hryhorkiv, and Ihor Kuzmuk. 2022. Artificial intelligence in established of industry 4.0. *WSEAS Transactions on Business and Economics* 19, 1884–1900.
- [17] Altemar Lima, Natalia Ribeiro Ferreira, and Emídia Ferreira Alves Pereira. 2022. Educação 4.0 e Modelo Sistêmico de Educação: uma metodologia adotada no Centro de Aprendizagem Nizeth Oliveira Ribeiro. *Conjecturas* 22, 3, 600–618.
- [18] Louis Louw and Quintus Deacon. 2020. Teaching Industrie 4.0 technologies in a learning factory through problem-based learning: Case study of a semi-automated robotic cell design. *Procedia Manufacturing* 45, 265–270.
- [19] David Mhlanga. 2022. Digital Transformation in Education: Relevant Paradigms and Theories of Teaching and Learning in the Industry 4.0. In *Intelligent Systems in Digital Transformation: Theory and Applications*. Springer, 453–470.
- [20] Esin Mukul and Gülçin Büyükoçkan. 2023. Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0. *Technological Forecasting and Social Change* 194, 122664.
- [21] Usman Naeem and Lisa Bosman. 2023. Learner Engagement Analytics in a Hybrid Learning Environment. In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 1–7.
- [22] OECD. 2022. *Skills for the Digital Transition*. 110 pages.
- [23] Gozde Okal, Bekir Yildirim, and Serkan Timur. 2020. The Effect of Coding Education on 5th, 6th and 7th Grade Students' Programming Self-Efficacy and Attitudes about Technology. *Educational Policy Analysis and Strategic Research* 15, 2, 143–165.
- [24] Katyeudo K de S Oliveira and Ricardo AC de SOUZA. 2022. Digital transformation towards education 4.0. *Informatics in Education* 21, 2, 283–309.
- [25] Katyeudo Karlos de S Oliveira, Taciana Pontual Falcão, and Ellen Francine Barbosa. 2022. Um framework para a aprendizagem de habilidades de programação e habilidades do século XXI. In *Anais Estendidos do XI Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 138–143.
- [26] Katyeudo Karlos de S. Oliveira and Ricardo André Cavalcante Souza. 2020. Habitadores da transformação digital em direção à Educação 4.0. *Renote* 18, 1.
- [27] Cristina Páez-Quinde, Ma José Hernández-Rosales, Daniel A Robles-Ortega, and Valeria Mendoza-Chavarria. 2023. Flipped classroom methodology as a teaching strategy in education 4.0. In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 1–5.
- [28] Amelia Peterson, Hanna Dumont, Marc Lafuente, and Nancy Law. 2018. Understanding innovative pedagogies. 172.
- [29] Filipe Portela. 2020. Techteach—an innovative method to increase the students engagement at classrooms. *Information* 11, 10, 483.
- [30] María Soledad Ramírez-Montoya, María Isabel Loaiza-Aguirre, Alexandra Zúñiga-Ojeda, and May Portuguez-Castro. 2021. Characterization of the Teaching Profile within the Framework of Education 4.0. *Future Internet* 13, 4, 91.
- [31] Bart Rienties, Rebecca Ferguson, Dalibor Gonda, Goran Hajdin, Christothea Herodotou, Francisco Iniesto, Ariadna Llorens Garcia, Henry Muccini, Julia Sargent, Sirje Virkus, et al. 2023. Education 4.0 in higher education and computer science: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*.
- [32] Aida Aryani Shahroom and Norhayati Hussin. 2018. Industrial revolution 4.0 and education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 8, 9, 314–319.
- [33] José Varela-Aldás, Mario Miranda, and Guillermo Palacios-Navarro. 2022. A comparison in the teaching of programming for development kits with IoT. In *2022 IEEE 2nd International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER)*. IEEE, 1–4.
- [34] Eliseo Vilalta-Perdomo, Rosario Michel-Villarreal, and Ricardo Thierry-Aguilera. 2022. Integrating industry 4.0 in higher education using challenge-based learning: An intervention in operations management. *Education Sciences* 12, 10, 663.
- [35] Christopher Watson and Frederick WB Li. 2014. Failure rates in introductory programming revisited. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*. 39–44.
- [36] WEF. 2020. *Schools of the Future. Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution*. Technical Report. Switzerland. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf
- [37] WEF. 2023. *Future of Jobs Report 2023*. 296 pages. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- [38] Claes Wohlin. 2014. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. 1–10.