

# Um framework para a aprendizagem de habilidades de programação e habilidades do século XXI

Katyeudo Karlos de S. Oliveira<sup>1</sup>, Taciana Pontual Falcão<sup>2</sup>, Ellen Francine Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo (USP) – São Carlos, SP, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Recife, PE, Brasil

karlos\_oliveira@usp.br, taciana.pontual@ufrpe.br, francine@icmc.usp.br

**Resumo.** *No ensino superior, os cursos de programação podem provocar frustração para os estudantes. A programação é considerada uma nova alfabetização, o Letramento Computacional, sendo o Pensamento Computacional (PC) o processo subjacente que possibilita tal letramento. O PC propõe um equilíbrio entre as habilidades de programação e as habilidades do século XXI. Os estudantes necessitam de tais habilidades para responder às atuais mudanças sociais, a chamada Educação 4.0. Nesse contexto, define-se como questão de pesquisa para este projeto: Como fomentar as habilidades de programação introdutórias e as habilidades do século XXI dos estudantes dos cursos superiores de Computação? A ideia central do projeto é estabelecer um framework para orientar os professores de programação introdutória do ensino superior no desenvolvimento de experiências de ensino e aprendizagem em Pensamento Computacional. Pretende-se, com isso, apoiar o desenvolvimento das habilidades de programação introdutórias, além de fomentar habilidades do século XXI dos estudantes.*

**Abstract.** *In higher education, programming courses can cause frustration in students. Programming education is considered a new literacy, Computational Literacy, with Computational Thinking (CT) being the underlying process that enables such literacy. CT proposes a balance between programming skills and 21st century skills. Students need these skills to respond to current social changes, the so-called Education 4.0. In this context, the research question for this PhD project is the following: How to foster the introductory programming skills and the 21st century skills of students in higher computing courses? The central idea of the PhD project is to establish a framework to guide teachers of introductory programming in higher education in the development of teaching and learning experiences in Computational Thinking. This is intended to support the development of introductory programming skills, in addition to fostering students' 21st century skills.*

## 1. Introdução

No decorrer dos cursos de programação do ensino superior os alunos podem se deparar com diversas frustrações acadêmicas e dificuldades, principalmente na transição da programação introdutória para a programação avançada [Pedrosa *et al.* 2017]. Em cursos em que as habilidades de programação são essenciais (por exemplo, Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de Computação, entre outros), os alunos podem ter dificuldades para aprender e desenvolver programas de computador [Du *et al.* 2016]. Além disso, a disciplina de programação normalmente apresenta uma alta taxa de abandono e insucesso em função de vários fatores, como a complexidade, a natureza técnica e a possível ausência de habilidades de resolução de problemas [Medeiros *et al.* 2021; Watson and Li 2014].

Para [DiSessa 2018], a programação pode ser considerada uma nova alfabetização, que o autor denomina como Letramento Computacional. Segundo [González 2014], o Pensamento Computacional (PC) se refere ao processo de solução de problemas subjacente que possibilita tal letramento.

Uma abordagem de ensino e aprendizagem baseada no PC é interessante do ponto de vista educacional no sentido de que, de acordo com [Brennan and Resnick 2012], oferece três dimensões para a programação de computadores, a saber: (i) conceitos computacionais, que os *designers*<sup>1</sup> empregam enquanto programam (sequências, loops, paralelismo, eventos, condicionais, operadores e dados); (ii) práticas computacionais, que os *designers* desenvolvem enquanto programam (ser incremental e iterativo, testar e depurar, reutilizar e remixar, abstração e modularidade); e (iii) perspectivas computacionais, que os *designers* formam sobre o mundo ao seu redor e sobre si mesmos (expressão, conexão e questionamento).

Para [Nouri *et al.* 2020], o PC propõe um equilíbrio entre as habilidades de programação e as habilidades do século XXI. Com os novos desenvolvimentos tecnológicos e suas áreas de aplicação evoluindo constantemente, o termo habilidades do século XXI é uma das expressões mais usadas no debate educacional da atualidade [WEF 2020a]. De acordo com o Relatório *Future of Jobs 2020* do Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum*) [WEF 2020b], são várias as habilidades do século XXI que os empregadores destacam como necessárias para o futuro da indústria em geral, incluindo: pensamento crítico, resolução de problemas e habilidades em autogestão. Segundo o relatório, a escassez de habilidades é mais aguda em profissões emergentes, como: cientistas de dados, especialistas em inteligência artificial e aprendizado de máquina, desenvolvedores de software e aplicativos, entre outras. De acordo com [Oliveira and Souza 2022], os estudantes necessitam de habilidades para responder às mudanças sociais da atualidade. Este é um novo desafio para redefinir a educação, a chamada Educação 4.0.

A Educação 4.0 refere-se às alterações no contexto educacional para responder às necessidades da Quarta Revolução Industrial [WEF 2020a]. De acordo com [Oliveira and Souza 2022], para que os alunos possam adquirir as habilidades previstas no contexto da Educação 4.0, os professores têm que ser capacitados com competências digitais, envolvendo tecnologias e pedagogias inovadoras com uma mentalidade e atitudes digitais.

Portanto, visando minimizar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em disciplinas de programação introdutória e a necessidade de desenvolver as habilidades do século XXI, define-se a questão de pesquisa que norteia este projeto: “*como fomentar as habilidades de programação introdutórias e as habilidades do século XXI dos estudantes dos cursos superiores de Computação?*”.

## 2. Objetivos

Este projeto de doutorado tem o objetivo **de estabelecer um *framework* para orientar os professores no desenvolvimento de experiências de ensino e aprendizagem de Pensamento Computacional**. Mais especificamente, o *framework* irá focar no desenvolvimento de habilidades de programação introdutória e nas habilidades do século XXI.

A hipótese é que o *framework* desenvolvido poderá guiar os educadores do ensino superior em Computação no planejamento da disciplina de programação introdutória para proporcionar o aprendizado da programação e das habilidades do século XXI. Para atingir este objetivo geral, é definido um conjunto de objetivos específicos, como segue:

---

<sup>1</sup> Na terminologia de Brennan e Resnick (2012), designers são as pessoas que codificam um programa de computador.

- Identificar as habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI, essenciais para o estudante de Computação do ensino superior;
- Identificar as habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI que o Pensamento Computacional pode fomentar;
- Identificar as ferramentas, abordagens e métricas para que o Pensamento Computacional possa fomentar as habilidades de programação introdutórias dos estudantes do ensino superior;
- Identificar como os professores desenvolvem competências de programação de habilidades do século XXI em seus alunos;
- Avaliar a eficácia do *framework* no fomento às habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI a partir da condução de estudos de caso e/ou experimentos.

### 3. Metodologia

O projeto é ancorado metodologicamente na abordagem *Design Science Research* (DSR), um método experimental para o desenvolvimento sistemático de soluções inovadoras [Hevner *et al.* 2004; Hevner 2007]. Uma pesquisa com DSR deve resultar em um artefato com o propósito de atingir um objetivo específico [Hevner *et al.* 2004]. De acordo com [Vaishnavi 2007], um *framework* gerado pelo DSR é um guia, conceitual ou real, que serve como apoio para uma determinada tarefa.

Para [Hevner 2007], três ciclos iterativos – relevância, rigor e *design* – devem estar presentes e evidentes em um projeto baseado em DSR, assim diferenciando-o de outros paradigmas de pesquisa. O ciclo de relevância diz respeito ao ambiente contextual do projeto. O ciclo de rigor conecta as atividades de *design* com a base de conhecimento, fornecendo o entendimento para basear a pesquisa e garantir sua inovação sobre a temática abordada. Finalmente, o ciclo de *design* é composto pela iteração entre a construção final e avaliação do artefato.

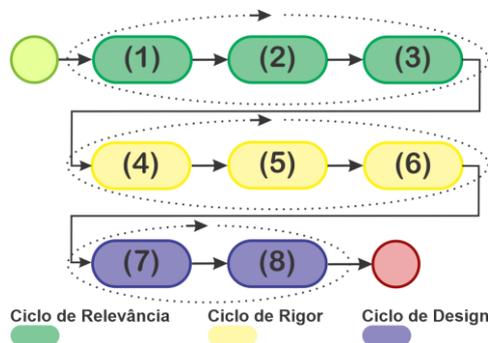
Considerando os objetivos e o método de pesquisa apresentados, as atividades a serem executadas para o desenvolvimento deste trabalho são apresentadas a seguir:

1. **Revisão bibliográfica sobre Ensino e Aprendizagem de Programação** - deve ser conduzida uma revisão bibliográfica nos estudos sobre o ensino de fundamentos de programação com o objetivo de identificar os métodos, técnicas e ferramentas a fim de possibilitar um entendimento consistente sobre a área.
2. **Revisão bibliográfica sobre Ensino de Pensamento Computacional** - deve ser conduzida uma revisão bibliográfica com o objetivo de adquirir conhecimento sobre os conceitos básicos e identificar oportunidades e limitações da área.
3. **Revisão bibliográfica sobre Educação 4.0 e as habilidades do século XXI** - devem ser identificados e estudados os métodos, técnicas e ferramentas já consolidados no processo de ensino e aprendizagem do paradigma da Educação 4.0, com ênfase nas habilidades técnicas, cognitivas, sociais e emocionais necessárias para o aprendizado do século XXI.
4. **Analisar as estruturas curriculares de programação introdutória dos cursos de Computação** – as principais estruturas curriculares de cursos de Computação nas principais instituições brasileiras serão analisadas para estabelecer um paralelo entre o que os documentos estabelecem e o que o *framework* pode abranger.
5. **Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) sobre PC** - deve ser identificado como o Pensamento Computacional está sendo aplicado no processo de

ensino e aprendizagem de programação e quais habilidades do século XXI o Pensamento Computacional pode fomentar nos estudantes. Ainda, identificar as métricas presentes na literatura que avaliem o nível das habilidades de programação introdutórias e das habilidades do século XXI dos estudantes de programação do ensino superior;

6. **MSL sobre o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0** - as publicações relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0 devem ser sistematicamente identificadas e analisadas a fim de possibilitar a caracterização de como as experiências nesse cenário são estruturadas e avaliadas.
7. **Desenvolver o *framework*** – serão agrupados os artefatos que devem compor o *framework*, como: pedagogias (sugestão de métodos de ensino adequados para o Pensamento Computacional); ferramentas (sugestão para o professor utilizar jogos, robótica, etc.); prováveis habilidades de programação introdutória que poderão ser fomentadas (conceitos de programação, resolução de problemas, raciocínio lógico e abstração); e prováveis habilidades do século XXI que poderão ser fomentadas (resolução de problemas, criatividade e pensamento crítico).
8. **Propor instâncias do *framework*** - essa etapa refere-se à validação com educadores e alunos utilização do *framework* em estudos de caso e/ou experimentos, permitindo seguir um processo estruturado para o ensino de Pensamento Computacional no fomento às habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI.

A Figura 1 apresenta a metodologia DSR e a relaciona aos ciclos propostos por Hevner (2007). Os números da figura correspondem às atividades mencionadas anteriormente.



**Figura 1 – Método de Pesquisa.**

Para visualizar as atividades relacionadas a cada objetivo específico e avaliar a pertinência de cada atividade proposta, a Tabela 1 apresenta uma relação entre cada atividade do plano de trabalho com os objetivos específicos. Além disso, observa-se que a atividade 7 (Desenvolver o *framework*) está diretamente relacionada ao objetivo geral deste projeto.

**Tabela 1. Relação entre atividades e objetivos específicos**

Objetivo Específico	Atividades Relacionadas
Identificar as habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI essenciais para o estudante de Computação do ensino superior.	1; 3; 6; 4
Identificar as habilidades de programação introdutórias e habilidades do século XXI que o Pensamento Computacional pode fomentar.	2; 5
Identificar as ferramentas, abordagens e métricas para que o Pensamento Computacional possa fomentar as habilidades de programação introdutórias dos estudantes do ensino superior.	2; 5
Identificar como os professores desenvolvem competências de programação de habilidades do século XXI em seus alunos.	4
Avaliar a eficácia do <i>framework</i> no fomento às habilidades de programação introdutórias e	8

habilidades do século XXI através da condução de estudos de caso e/ou experimentos.	
---	--

#### 4. Atividades conduzidas

Observa-se que as atividades deste projeto de doutorado estão em andamento, seguindo o cronograma estabelecido. A pesquisa teve início em abril de 2021. A data prevista para sua conclusão é abril de 2025. De acordo com esse cronograma, restam 2 anos e 9 meses para concluir a investigação proposta. Desse modo, as principais atividades realizadas estão resumidas a seguir:

- **Revisões Bibliográficas** (Atividades 1, 2 e 3): foram realizadas revisões bibliográficas sobre Ensino de Programação, Pensamento Computacional e sobre Educação 4.0 e as habilidades do século XXI;
- **Análise das estruturas curriculares** (Atividade 4): foram analisados os currículos de cursos de Computação. Em síntese, os resultados demonstraram a falta de alinhamento entre temas e competências; a lacuna de materiais educativos abertos e gratuitos; e a ausência de habilidades do século XXI na maioria dos currículos.

#### 5. Resultados Esperados

O principal resultado esperado com a condução deste projeto de doutorado é o estabelecimento de um *framework* para orientar os professores no desenvolvimento de experiências de ensino e aprendizagem para fomentar as habilidades de programação introdutórias e as habilidades do século XXI nos estudantes.

Um resultado esperado relacionado a este projeto refere-se à caracterização do estado da arte para: (i) identificação de como o Pensamento Computacional é utilizado no aprendizado de programação e nas habilidades do século XXI dos estudantes; (ii) identificação sobre o ensino e aprendizagem de programação no contexto da Educação 4.0; (iii) definição de métricas para avaliar o nível das habilidades de programação introdutórias e das habilidades do século XXI dos estudantes; e (iv) descrição de como as instituições de ensino superior realizam o ensino de programação introdutória e habilidades do século XXI.

Pretende-se facilitar a produção de recursos didáticos com conteúdo atual, alinhado às necessidades da indústria, visto que é necessário atualizar os currículos acadêmicos para integrar o desenvolvimento de habilidades de programação e habilidades do século XXI. Assim, com uma melhor formação dos alunos existe a possibilidade da mitigação do gap entre "universidade" e "indústria".

Também, é possível indicar que o *framework* poderá facilitar o trabalho do professor. Atualmente as habilidades do século XXI não estão conectadas aos conteúdos ministrados nos cursos de Computação, principalmente na programação introdutória, fazendo com que o professor precise minerar tais informações se quiser agregar ao seu conteúdo. O *framework* proposto pretende unir o conteúdo de programação introdutória e habilidades do século XXI, auxiliando os professores na produção de conteúdo, melhorando o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Devido às mudanças do mercado de trabalho, faz-se necessária a constante atualização do conhecimento, de modo que o profissional de computação que já atua no mercado de trabalho possa usar o *framework* como um guia para estudar e atualizar o seu conhecimento.

Ainda, do ponto de vista geral do projeto, pretende-se fornecer as seguintes contribuições:

- **Educação:** contribuição para o uso efetivo do Pensamento Computacional no processo de ensino e aprendizagem no contexto do ensino de programação introdutória com o fomento das habilidades do século XXI. É possível ainda, apontar benefícios para os professores, com destaque para uso do *framework* como um guia para a produção das informações e o conhecimento sobre a temática abordada, orientando a prática docente com uma assimilação da Educação 4.0;
- **Indústria:** contribuição para a formação de estudantes com maior capacidade para o futuro do trabalho.

## Agradecimentos

O autor agradece à agência de fomento brasileira - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

## Referências

- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, p. 25).
- DiSessa, A. A. (2018). Computational literacy and “the big picture” concerning computers in mathematics education. *Mathematical thinking and learning*, 20(1), 3-31.
- Du, J., Wimmer, H. and Rada, R. (2016). " Hour of Code": Can It Change Students' Attitudes Toward Programming?. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 53.
- González, M. R. (2014). Aprender a programar “apps” como enriquecimiento curricular en alumnado de alta capacidad. *Bordón: revista de pedagogia*, 66(4), 135–155.
- Hevner, A. R. (2007). A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, 19(2), 4.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. and Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 75-105.
- Medeiros, R. P., Falcão, T. P., & Ramalho, G. L. (2021). Comparação entre o panorama internacional e nacional sobre o Ensino e a Aprendizagem de Introdução à Programação no Ensino Superior. In *Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação* (pp. 478-487). SBC.
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L. and Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*, 11(1), 1-17.
- Oliveira, K. K. D. S. and de SOUZA, R. A. (2022). Digital transformation towards education 4.0. *Informatics in Education*, 21(2) (pp. 283–309).
- Pedrosa, D., Cravino, J., Morgado, L. and Barreira, C. (2017). Self-regulated learning in higher education: strategies adopted by computer programming students when supported by the SimProgramming approach. *Production*, 27.
- Vaishnavi, V. K. (2007). *Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology*. Auerbach Publications.
- Watson, C. and Li, F. W. (2014). Failure rates in introductory programming revisited. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education* (pp. 39-44).
- WEF. World Economic Forum. (2020a). “Schools of the Future. Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution”. In Platform for Shaping the Future of the New Economy and Society. Cologny/Geneva, Switzerland.
- WEF. World Economic Forum. (2020b). “The Future of Jobs Report 2020”. 163. Cologny/Geneva, Switzerland.