

Ensino e Aprendizagem de Introdução à Programação no Ensino Superior Brasileiro: Revisão Sistemática da Literatura

Rodrigo Pessoa Medeiros^{1,2}, Taciana Pontual Falcão³, Geber Lisboa Ramalho¹

¹Centro de Informática - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Recife, PE – Brasil

²Mestrado Profissional em Engenharia de Software – CESAR School
Recife – PE – Brasil

³Departamento de Computação – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Recife - PE - Brasil.

{rpm@cesar.school, taciana.pontual@ufrpe.br, glr@cin.ufpe.br}

Abstract. *Introductory programming courses are part of the curricula of several undergraduate degrees — particularly in the domains of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) — and provide central skills for students in these fields. However, dropout and failure rates of introductory programming courses are still high, despite pedagogical innovations such as new methods to teach programming. The present article provides a better understanding of the challenges involved in the teaching and learning of introductory programming in higher education through a systematic review of Brazilian literature between 2010 and 2016. Results can help guide more adequate approaches for teaching and identifying effective learning strategies and key competences.*

Resumo. *Disciplinas de introdução à programação fazem parte de currículos de vários cursos de graduação, particularmente nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, provendo habilidades importantes para a formação dos alunos. Entretanto, as taxas de evasão e retenção destas disciplinas ainda são altas, apesar dos avanços em métodos e ferramentas. O objetivo deste artigo é prover um melhor entendimento dos desafios de ensino e aprendizagem nas disciplinas de introdução à programação em nível universitário por meio de uma revisão sistemática da literatura brasileira entre 2010 e 2016. Os resultados indicam direções para o desenvolvimento de abordagens de ensino e estratégias de aprendizagem mais eficazes, considerando as competências necessárias.*

1. Introdução

As disciplinas de introdução à programação fazem parte de vários currículos de graduação, particularmente em cursos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Estas disciplinas, normalmente, cobrem habilidades de resolução de problemas, conceitos básicos de programação, sintaxe e semântica de linguagens de programação e o uso destas linguagens para formular soluções. As disciplinas são introdutórias nos cursos e basilares para o entendimento dos conceitos e fundamentações necessárias para outras disciplinas mais avançadas. Entretanto, as taxas de retenção nas disciplinas de introdução à programação são altas (Bennedsen;

Caspersen, 2019), e ainda é difuso o entendimento sobre quais são, de fato, os principais problemas vivenciados por alunos e professores neste processo de ensino e aprendizagem de programação (Medeiros, 2019).

Medeiros, Ramalho e Pontual Falcão (2018) apresentam uma revisão sistemática da literatura (RSL) internacional referente ao ensino e aprendizagem de introdução à programação no ensino superior. Uma RSL sobre essa temática na literatura em português, apresentada no presente artigo, se justifica porque diferentes contextos de ensino podem gerar desafios, abordagens pedagógicas e aspectos sociais específicos. Portanto, é de extrema importância entender como está o desenvolvimento desta discussão no Brasil, de forma contextualizada. Outro argumento que justifica esta RSL é que o número de publicações nacionais a respeito do tema tem aumentado nos últimos 10 anos, porém apenas duas publicações de pesquisadores brasileiros foram mapeadas na RSL internacional mencionada (Medeiros *et al.*, 2018). Assim sendo, o objetivo desse artigo é fornecer uma visão ampla e uma melhor compreensão dos desafios do ensino e aprendizagem de introdução à programação no ensino superior brasileiro.

2. Método

O protocolo adotado segue as diretrizes para revisões sistemáticas da literatura apresentadas por Kitchenham e Charters (2007) e Petticrew e Roberts (2008). As questões que se apresentam para este estudo são: QP1 - Quais habilidades e conhecimentos prévios são fundamentais para um aluno iniciante aprender a programar? QP2: Que desafios os estudantes iniciantes encontram para aprender a programar? QP3: Quais desafios os professores encontram ao ensinar a programação introdutória? As fronteiras entre aprendizagem (QP1 e QP2) e ensino (QP3) são obviamente confusas, porém, decidimos manter essa distinção para tentar entender melhor os desafios específicos de cada um.

O processo de busca incluiu uma busca manual em periódicos e anais de eventos escolhidos por sua relevância nas áreas de Computação e Educação: Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE); Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE); Workshop de Educação em Computação (WEI), Workshop de Informática na Escola (WIE), Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação (WAlgProg), e Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Além disso, foram analisadas outras RSL com temas semelhantes, e que não tinham como foco o ensino superior, para obter os trabalhos da lista de referência (Medeiros, 2019).

Para complementar a busca manual, foi feita uma pesquisa automática usando como *string* de busca: (“aprendizagem de programação” OR “ensino de programação”) AND (“iniciantes” OR “introdução”). O banco de dados escolhido para a busca automática foi o Google Scholar, pois caso alguma conferência tivesse ficado de fora, poderia ser recuperada nessa plataforma. Finalmente, foi realizado o *snowballing*.

A revisão incluiu apenas artigos escritos em português e publicados em conferências, periódicos ou capítulos de livros, entre 2010 e 2016, sobre o tema do

ensino e aprendizagem da introdução à programação no ensino superior e que representassem experimentos realizados no Brasil. Os critérios de exclusão foram: não abordar as questões de pesquisa; pesquisas não realizadas no Brasil; artigos com menos de 3 páginas; artigos publicados em conferências locais, sem relevância nacional; artigos escritos pelo mesmo grupo de pesquisa com os mesmos dados (caso em que apenas o mais recente foi mantido), ou artigos duplicados.

Na pré-seleção, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados com base no título, nas palavras-chave e no resumo. Em seguida, analisou-se o texto completo dos artigos pré-selecionados. A busca manual retornou 2.887 artigos potencialmente relevantes, dos quais 184 foram pré-selecionados. A busca automática forneceu 944 artigos potencialmente relevantes, dos quais 260 foram pré-selecionados (total de 444 trabalhos pré-selecionados). Na segunda fase de seleção, 68 artigos da busca manual e 6 artigos da busca automática foram retidos. Foi então realizado o *snowballing* a partir destes 74 artigos, resultando em outros 126 candidatos, dos quais 10 foram selecionados.

A qualidade dos 84 artigos selecionados foi avaliada em relação a critérios adaptados de Kitchenham e Charters (2007), focando em método e rigor científico. A avaliação foi realizada por dois pesquisadores de forma independente, atribuindo uma pontuação para cada critério. Pontuações que diferiram por dois ou mais pontos foram resolvidas com um terceiro pesquisador. Um limiar mínimo de qualidade foi definido e 15 artigos foram excluídos, resultando em 69 artigos para análise. A lista completa dos artigos selecionados pode ser visualizada em: <https://bit.ly/2VGFMiZ>.

3. Resultados

3.1 QP1 - Habilidades e conhecimentos prévios para aprendizagem de programação

As habilidades fundamentais para aprendizagem de programação foram agrupadas em duas categorias: habilidades específicas de programação e habilidades educacionais gerais. Na primeira categoria, as habilidades mais citadas foram: raciocínio lógico (citada em 20 publicações); abstração (13); conhecimento prévio em matemática (12); resolução de problemas (11); algum conhecimento prévio em programação (6); pensamento algorítmico (6); e ciências (6).

Em relação às habilidades educacionais gerais necessárias à aprendizagem de programação, foram citadas: português e interpretação de texto (6); criatividade (3); pensamento crítico (2); curiosidade intelectual (2); habilidade de discussão (2); gestão de tempo e organização de hábito de estudo (2); maturidade dos alunos na transição entre o ensino médio e o ensino superior (1).

3.2 QP2 - Desafios enfrentados pelos estudantes iniciantes em programação

Os desafios foram classificados em 5 categorias: formulação do problema, expressão da solução, execução da solução e avaliação, conhecimentos de base e comportamento. Na categoria de formulação do problema estes desafios foram os mais citados: resolução de

problemas (21); natureza abstrata da programação (18); pensamento algorítmico (10); e raciocínio lógico (10). Já na categoria de expressão da solução, temos: sintaxe da linguagem de programação (13); estruturas de controle e de dados (6); recursividade (3), vetores (2), ponteiros (2), funções (1), variáveis (1) e referências (1). Em execução da solução e avaliação, a dificuldade mais citada foi a depuração (13). Sobre os conhecimentos de base, foram citados: interpretação de texto e compreensão de enunciados (13), matemática (8) e inglês (2). Na categoria comportamento, os problemas comentados foram motivação, persistência e engajamento (25), gerenciamento de tempo (5), habilidade de estudo (4), maturidade (3), dificuldade de socialização e de pedir ajuda (2) e a falta de confiança (2), autorregulação (2) e concentração (1).

3.3 QP3 - Desafios do corpo docente para ensinar programação introdutória

O principal desafio dos professores, citado por 46 publicações, está relacionado a métodos e ferramentas efetivas para o ensino de introdução à programação. Em 12 publicações, é destacado o papel fundamental do professor em manter a motivação dos estudantes. Já 4 estudos comentam o enfrentamento dos professores com conhecimento matemático deficiente dos estudantes.

Outra dificuldade do corpo docente, citado por 23 publicações, tem a ver com a escalabilidade e infraestrutura e está relacionada ao número de alunos em sala, diversidade e perfis cognitivos, e envolve vários aspectos: heterogeneidade dos alunos (12), limitações de recursos da equipe e tamanho das classes (12), ensino personalizado (5) e problemas de infraestrutura (2). Outros problemas também foram citados: a comunicação entre professor e aluno e a questão do *feedback* (12), a escolha da linguagem de programação nos cursos introdutórios de programação (7), valorização do erro no processo de aprendizagem de programação (5) e escolhas de currículo por parte dos professores e das instituições (7).

4. Discussão

A partir dos desafios identificados na RSL internacional, Medeiros, Ramalho e Pontual Falcão (2018) apresentam discussões sobre ensino e aprendizagem de introdução à programação no ensino superior no âmbito global. O presente artigo apresenta uma reflexão a partir dos resultados encontrados na literatura nacional, com foco no contexto brasileiro.

4.1 Enfrentamento dos conhecimentos prévios deficitários

Algumas publicações consideram os conhecimentos em português e interpretação de texto como fundamentais e basilares para os alunos entenderem as formulações dos problemas e partirem para a abstração do problema. Sem o entendimento do que se pede, como formular soluções para os problemas? Da mesma forma, a falta das habilidades necessárias em matemática leva à desmotivação dos alunos por não conseguirem fazer a abstração necessária para resolver os problemas. Cursos introdutórios de programação são curtos e dificilmente podem sanar os déficits em matemática e português, então como resolver? Os dados do PISA (OCDE, 2003) são

preocupantes e precisamos de estratégias para diminuir essas barreiras na entrada das universidades. Como estimular mais o processo de desenvolvimento de conteúdos sobre interpretação de texto e matemática nos ensinos fundamental e médio? Além disso, as linguagens de programação exigem um conhecimento básico de inglês, que também constitui um desafio para os estudantes que estão aprendendo programação.

4.2 Barreiras de escalabilidade

Os problemas de escalabilidade, como salas com muitos alunos, poucos professores e monitores, e os problemas de infraestrutura como laboratório com poucos computadores ou, em alguns casos, sem acesso a internet ou com infraestrutura adequada, ainda são uma realidade para os professores brasileiros. Como superar estas barreiras existentes?

4.3 Métodos de ensino e ferramentas para os cursos de introdução à programação

Apesar de várias publicações abordando o tema dos métodos de ensino e ferramentas para os cursos de introdução à programação, percebemos que a adoção no ensino superior brasileiro necessita de mais pesquisas pela comunidade de Educação em Computação. Por que mesmo com o crescimento de ferramentas com esse princípio, ainda temos números ruins no desempenho dos alunos nos cursos introdutórios em programação? Quais barreiras os professores enfrentam para usar essas novas ferramentas e métodos? E porque ainda não são suficientes para motivar os alunos?

5. Considerações finais

Este estudo tem como principais contribuições estimular a discussão de uma categorização de desafios de programação introdutória e sugerir questões potencialmente relevantes para a criação de um roteiro de pesquisa sobre aprendizado e ensino de programação introdutória no contexto brasileiro.

Referências

- Bennedsen, J., Caspersen, M.E.. (2019). Failure rates in introductory programming: 12 years later. *ACM Inroads* 10, 2 (April 2019), 30-36.
- Kitchenham, B., Charters, S. (2007) “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering”, Keele, UK.
- Medeiros, R. (2019) “Hello, world: uma análise sobre dificuldades no ensino e aprendizagem de introdução à programação nas universidades”. Tese de doutorado - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- Medeiros, R., Ramalho, G. and Falcão, T. (2018) “Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education”. *IEEE Transaction on Education*, Volume 62, Issue 2, May 2019.
- OCDE. (2003). PISA 2003: First Results from Pisa 2003 - Executive Summary. Disponível em: <https://bit.ly/2Sccgzz>
- Petticrew, M, Roberts, H. (2008) *Systematic Reviews in the social sciences: a practical guide*. Hoboken, NJ, USA: Blackwell Publishing.