

Uma Revisão Sistemática Preliminar da Literatura Internacional Sobre a Educação em Computação

José Falcão de A. Neto¹

¹Centro de Ciências Aplicadas e Educação - CCAE
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Campus IV
Av. Santa Elisabete, s/n, Centro - CEP 58297-000 - Rio Tinto -PB

jose.falcao@dcx.ufpb.br

Abstract. *The volume of publications in the area of Computing Education is rapidly growing, thus it is necessary to understand how the research in this area is conducted. This article is a systematic review that seeks to continue the work started by Santos (2019), with the aim of cataloging and analyzing data from the systematic review on Computing Education due to reading international literature, as well as answering new research questions. Three research questions were analyzed, taking into account practical questions, solutions and which area of Computer Education did each research belonged to, a connection was also unveiled between the data found and the timeline between each of the articles.*

Resumo. *O volume de publicações na área da Educação em Computação cresce cada vez mais, por isso se faz necessário entender como as pesquisas desta área estão sendo conduzidas. O presente artigo é uma revisão sistemática que busca continuar o trabalho iniciado em Santos (2019), com o objetivo de catalogar e analisar dados das revisões sistemáticas sobre educação em computação da literatura internacional, assim como responder novas questões de pesquisa. Foram analisadas três questões de pesquisa, levando em consideração as problemáticas, soluções e a área da Educação em Computação cada trabalho selecionado na Revisão abordava, também foi feito um paralelo entre os dados achados, usando a correlação entre os temas de cada problemática e solução encontrada.*

1. Introdução

Com o decorrer dos anos, o interesse na Educação em Computação se mostrou crescente. Como consequência, o número de publicações dentro da área também ganhou grandes proporções. Novas conferências e eventos continuam sendo criados para atender a demanda dos pesquisadores, que estão motivados a discutir assuntos relacionados a este tópico.

Dada às novas formas de trabalhar com o ensino da Computação, há o surgimento de subcategorias, tais como a computação desplugada, programação em blocos, ensino de programação na educação básica e outros campos. Pode-se destacar dessa área da Educação

Trabalho de Conclusão de Curso, sob orientação da professora Pasqueline Scaico submetido ao curso de Licenciatura em Ciência da Computação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAЕ) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de LICENCIANDO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

em Computação, subáreas da computação, com um crescente número de artigos publicados, exemplo disso é o WEI (Workshop sobre Educação Em Computação) que nos últimos cinco anos teve inúmeros artigos submetidos e publicados. Surgiram, por exemplo, novas técnicas de ensino que apresentam maneiras de trabalhar os conceitos computacionais, como a computação desplugada, ou seja, que não demanda uso de um computador, como é destacado em Martinhago et al. (2014); Trabalhos voltados à Educação em Computação encontram ainda mais destaque quando publicados em eventos especializados como o ICER (International Computing Education Research); Fóruns de educação computacional que em seus anos iniciais já tinham se estabelecido como eventos de destaque.

Tornando-se uma área de pesquisa relevante, a Educação em Computação também aborda diferentes aspectos, o que faz surgir a necessidade de revisar a literatura publicada, a fim de analisar e categorizar as publicações da Educação em Computação a partir da produção de respostas para aspectos relevantes, tais quais: as metodologias e suporte tecnológico criados para o ensino de programação destacado em Vihavainen et al. (2014) e as dificuldades mencionadas pelos educadores. Com esta análise será possível reunir evidências que possam informar soluções que são efetivas para minimizar problemas que alunos e professores enfrentam durante o processo de ensino e aprendizagem, como destaca Medeiros et al. (2019).

Para conduzir esta análise foi realizada uma Revisão Sistemática (RS), como uma continuação do trabalho feito por Santos (2019). No seu mapeamento sistemático, a autora buscou dados quantitativos, produzindo informações sobre o número de autores de revisões sistemáticas; a incidência deste tipo de publicação entre os anos de 2006 até 2019 e a relevância dos pesquisadores, mensurada a partir de quantidade de citações nos trabalhos analisados. Seu trabalho iniciou um estudo importante e estabeleceu oportunidades de pesquisa, que foram aprofundadas com este trabalho. Ambos têm potencial para contribuir com a compreensão mais estruturada sobre a produção existente na Educação em Computação.

No presente trabalho o autor busca categorizar as revisões sistemáticas que abordam aspectos da educação em computação, e então responder as seguintes questões:

QP1: Que subáreas da Educação em Computação são alvo dos pesquisadores?

QP2: Quais problemáticas são mencionadas nas revisões sistemáticas?

QP3: Quais recomendações para minimizar problemas existentes são mais destacadas nos achados dos estudos incluídos nas Revisões?

O trabalho está estruturado da seguinte maneira: A Seção 2 descreve a metodologia usada para conduzir a revisão sistemática. A Seção 3 descreve a coleta de dados de cada artigo que foi selecionado. A Seção 4 apresenta uma análise dos dados colhidos a partir da visão de artigos já publicado que usam ou usaram as propostas de resolução das problemáticas. A cinco apresenta a conclusão e perspectivas para trabalhos futuros.

2. Metodologia

Uma Revisão Sistemática (RS) busca a síntese de trabalhos existentes. Kitchenham (2004) destaca que as razões mais comuns para a produção de uma revisão sistemática são: resumir evidências; identificar lacunas em uma área de pesquisa, buscando áreas que podem ser aproveitadas em trabalhos futuros e por fim prover um *framework* para destacar novas atividades de pesquisa.

A partir do protocolo de busca de Santos (2019) foi possível ponderar e analisar as possibilidades de fazer ajustes ao protocolo, com o intuito de adequar este trabalho. O planejamento da RS, teve início com as análises de critérios de inclusão para a busca das literaturas. Os artigos deveriam ser revisões sistemáticas, escritos na língua inglesa e apresentar uma pesquisa voltada à Educação na Computação. Foi realizada uma análise dos artigos encontrados no trabalho de Santos (2019), Dos seis trabalhos incluídos pela autora foram mantidos cinco, uma vez que um deles não atendeu aos critérios desta revisão.

A String de busca foi ajustada e reexecutada nos seguintes motores: ACM Digital Library, IEEE Explore Digital Library e ERIC Digital Library. Das três bibliotecas de busca usadas na reexecução da pesquisa, duas, ACM e IEEE, estavam presentes no trabalho anterior e um novo motor foi introduzido, o ERIC. Os demais utilizados por Santos (2019) não foram incluídos por não apresentarem resultados satisfatórios na busca por trabalhos de relevância para esta pesquisa.

As palavras-chave “Systematic Review” e “Computer Education” foram mantidas, uma vez que atendiam ao propósito do novo protocolo. Chegou-se à conclusão que a palavra-chave “Computer Science Education Research” deveria ser excluída, uma vez que o objetivo da Revisão era identificar trabalhos focados no uso de técnicas/metodologias/ferramentas para a educação em computação, e não estava centrado na pesquisa que cerca esta área. As palavras chaves adicionadas ao protocolo foram “CS0 education” e “CS1 education”, ambas fazem referência aos níveis introdutórios dos cursos de ciência da computação, que, geralmente, estão associados a disciplinas de programação.

Tabela 1: String de busca refeita para a Revisão Sistemática

(“Systematic Review”) AND (“Computer Science” or “CS0 education” or “CS1 education” or “Computing education”)

Tabela 2: String de busca usada no mapeamento sistemático de Santos (2019)

(“Systematic Review”) AND (“Computer Science education research” or “CS education” or “Computing education”)
--

Com a execução da String de busca foi possível capturar 195 artigos, um total entre todas bibliotecas digitais. Após uma primeira avaliação, onde foi levado em consideração aspectos contidos na introdução de cada trabalho e suas palavras chaves em destaque, trinta e três artigos passaram para a segunda avaliação, com os critérios de inclusão e exclusão, infelizmente nenhum dos artigos passou em todos os critérios de inclusão e foram desconsiderados da pesquisa.

Previamente foram inclusos dez artigos, vindos por reaproveitamento do trabalho de Santos (2019). Assim, a análise foi iniciada com todos estes artigos, porém foi observado que alguns não estavam totalmente de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos anteriormente e tiveram que ser retirados. Ao final, apenas os dados de três artigos foram levados em conta neste trabalho.

Tabela 3: Títulos dos trabalhos analisados.

A Survey of Literature on the Teaching of Introductory Programming
Analysis of Research into the Teaching and Learning of Programming
A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming

Foi usada a ferramenta *Parsi.fal* para catalogar todas as informações da revisão sistemática, a partir dessa ferramenta é possível analisar todos os aspectos da revisão, incluir dados importantes das extrações, determinar quais trabalhos foram incluídos ou excluídos da RS, entre outras funcionalidades, foi uma ferramenta de extrema importância para organizar as informações dessa revisão.

3. Extração e análise dos dados

A extração de dados buscou analisar as informações necessárias para responder as questões de pesquisa demonstradas na Seção 2, todos os dados eram de natureza qualitativa, o que se mostrou um desafio em como melhor categorizar as informações extraídas e criar uma linha de raciocínio entre elas.

A primeira pergunta do questionário de extração buscava catalogar quais áreas da Educação em Computação eram alvo dos pesquisadores, com unanimidade todos os trabalhos apontavam para o ensino de programação. Segundo Sheard et al. (2009) a programação é um tópico claramente difícil para os estudantes e é uma área chave para a pesquisa na Educação em Computação.

O ensino de programação básica tem sido alvo das pesquisas por todo mundo, novamente Sheard et al. (2009) diz que com a infinidade de estudos sobre o ensino e aprendizagem de programação é difícil de obter uma clara visão de como as pesquisas estão sendo conduzidas e de que natureza elas são. Entender esse aspecto é fundamental para

conduzir futuras pesquisas sobre metodologias e métodos que podem ser usados fora do ensino tradicional, segundo Alasbali and Benatallah (2016) os estudantes tendem a perder motivação quando são expostos a abordagens tradicionais de ensino, e como resultado não conseguir sobrepor os passos iniciais da curva de aprendizado da programação.

No questionário de extração é levantado as problemáticas principais mencionadas nos trabalhos analisados, muito que foi extraído nessa questão corresponde a tópicos que estão sendo investigados, não só naquele trabalho como em um escopo maior no entendimento da pesquisa na educação em computação, quase todas as revisões citam aspectos parecidos em termos de problemática, currículo, motivação, dificuldade, como melhor abordar o ensino de introdução a programação, o que mostra que esses problemas citados persistem ao longo dos anos e que ainda são alvo de investigação pelos pesquisadores.

Dentre as problemáticas capturadas na segunda questão de pesquisa estão: i) o grande número de publicações, criando um desafio de entender a natureza e a condução de todos esses trabalhos, ficando assim difícil observar os aspectos de cada pesquisa, tais quais, como ela é feita, quais métodos estão sendo mais usados, frequência de uso e quais métodos foram mais eficientes no ensino; ii) a dificuldade de fazer com que os alunos aprendam a programação, essa problemática dentro da área da Educação em Computação se mostra um fator importante pois afeta diretamente aspectos como a motivação, esses foram os problemas mencionados em Sheard et al. (2009).

Pears et al. (2007) traz uma problemática relacionada ao currículo pedagógico do ensino de programação, segundo ele existem muitos fatores externos que influenciam no desenvolvimento de um curso relacionado a programação e que eles, os fatores externos, devem ser levados em consideração antes do curso ser concebido, não só teóricos e de natureza acadêmica como como fatores relacionados a história e cultura do departamento que está ofertando o curso, as perspectivas nacionais e internacionais sobre a programação e como podem influenciar na busca de um melhor desenvolvimento do ensino. Pears et al. (2007) continua apontando que o esforço de criar um currículo de ensino em programação deve ser coletivo, envolvendo todas as diferentes entidades que fazem parte do processo, os departamentos, faculdades, universidades e se possível o ministério da educação.

De Medeiros et al. (2019) foi possível capturar uma problemática relacionada à motivação, onde mesmo nos trabalhos mais recentes e o avanço do entendimento das ferramentas, frameworks, métodos de ensino e a gradual implementação da educação em computação nas escolas as taxas de abandono continuam altas.

A terceira questão de pesquisa desse trabalho é voltada para capturar as propostas de como minimizar os problemas citados nas revisões. Em Pears et al. (2007) é proposta uma reestruturação dos planos de introdução a computação implementando novos aspectos que podem ser usados como auxiliares do ensino, aplicações multimídia, programação de jogos, abordagens mais explícitas sobre os temas recorrentes durante o curso. Outra proposta se dá em ajudar os professores a estabelecer estratégias para promover a motivação acadêmica e desenvolver um curso de introdução a programação respeitando situações de

aprendizado, abordagens introdutórias, escolhendo uma linguagem que ajude na curva de aprendizado dos alunos e o uso de ferramentas de suporte para o aprendizado. Sheard et al. (2009) vai de encontro a destacar soluções onde é preciso explorar o processo que envolve o aprendizado em relação aos modelos de ensino já estabelecidos em outras pesquisas, geralmente conduzidas com um framework teórico, onde o modelo ou teoria foi proposto ou aplicado e então testado. Outra solução citada no trabalho envolve uma maneira de produzir material interdisciplinar onde é possível abordar diferentes maneiras de ensinar a programação com uma nova perspectiva, saindo do tradicional e tirando um pouco da dificuldade do modelo de ensino convencional, não só isso como também desenvolver novos modelos de ensino voltados para a programação.

Medeiros et al. (2019) trata das soluções buscando diminuir o numero de abandonos no curso, para isso suas propostas envolvem o ensino da programação para uma geração ainda mais nova, na educação básica, onde os alunos aprendem os conceitos básicos usando abordagens voltadas para suas idades, também criando uma ponte de informação entre escola-universidade, para melhor trabalhar os níveis de aprendizagem dos alunos.

Também é proposto a criação de estratégias de como melhor ensinar sobre a resolução de problemas, quando o aluno não atinge esse patamar é possível observar uma maior frustração nas tentativas seguintes, isso ajuda o mesmo a desenvolver uma resolução de problemas e como melhor expressar as soluções. O autor termina suas propostas sugerindo o uso de ambientes de programação mais intuitivos, como é o caso dos ambientes de programação em blocos, para ajudar os iniciantes a desenvolver as competências do pensamento computacional sem estarem amarrados a uma linguagem de programação específica, a sugestão se estende em tentar criar uma ferramenta que use os conceitos da programação em blocos e seja destinada para um público mais velho, já que os ambientes de programação em blocos são destinados ao público infantil.

4. Discussão

Inicialmente pode-se observar algumas relações interessantes entre os dados capturados, em Pears et al. (2007) vemos uma preocupação ao desenvolvimento de um currículo que se encaixe nas necessidades dos alunos e nas metodologias de ensino, levando em consideração todos os fatores que se destacam como relevantes, sejam eles internos e externos.

Mesmo com os fatores que foram levados em consideração no ano de publicação deste trabalho e das soluções propostas é observado que o currículo ainda é um tópico que é estudado dentro da pesquisa em Educação em Computação, De Raadt (2008) descreve um experimento feito com estudantes usando um currículo voltado para alunos sem experiencia em programação, revelando as fraquezas do currículo usado.

O currículo sofreu diversas mutações durante os anos, com a integração de metodologias que foram sendo atualizadas e novas tecnologias foram introduzidas ao meio educacional, como por exemplo a integração do desenvolvimento de jogos como mostrado

em Morrison e Preston (2009), integração de dispositivos mobile descrito no trabalho de Mahmoud (2008) e uma junção dessas duas integrações em Bayzick et al. (2013) que introduz um framework de desenvolvimento de games para dispositivos Android, onde o aluno primeiro lê o código e depois escreve. Os exemplos citados de trabalhos que integram diferentes abordagens dentro do currículo mostram que a recomendação de Pears et al. (2007) se mostrou válida, no decorrer dos anos seguintes mais e mais abordagens foram estudadas para melhor entender a estruturação do currículo.

Entender como a pesquisa está sendo feita dentro da Educação em computação se tornou de grande prioridade devido ao volume de publicações, que cresce a cada ano. Sheard et al. (2009) aborda essa preocupação com uma análise das pesquisas que são feitas na introdução a programação, aspectos de como a pesquisa é feita, que tipo de pesquisa, quais metodologias foram usadas.

No próprio artigo vemos que os autores categorizam todas as pesquisas que fazem parte da revisão e cada tópico destaca um conjunto de achados para os temas encontrados, não só isso como Sheard et al (2009) também categorizou em maiores escopos como cada pesquisa foi feita e de qual tipo de metodologia ela segue, quantitativa, qualitativa ou um mix entre as duas. O trabalho descrito em Sheard et al (2009) se mostra impressionante por catalogar diversos achados de diferentes temas.

Sendo o trabalho mais recente analisado nessa revisão é possível observar Medeiros et al. (2019) com um pouco mais de contexto do que com os outros dois trabalhos. A problemática e suas possíveis soluções giram em torno de um assunto bastante trabalhado na pesquisa da Educação em computação, que é a motivação e por consequência o alto nível de abandono dos cursos. Já vimos que um dos fatores que podem ajudar a aumentar a motivação dos alunos é uma abordagem não tradicional de ensino, vários pesquisadores utilizam desses recursos para sair um pouco do tradicional e manter o aluno motivado dentro da curva de aprendizagem da programação.

Observando as soluções propostas por Medeiros et al. (2019) onde temos a proposta de um ensino usando ambientes de programação em blocos, em Weintrop e Wilensky (2015) vemos que os estudantes relatam o quanto a programação em blocos é fácil, fatores como a descrição intuitiva de cada bloco, interações de arrastar e soltar e a facilidade de entender a linguagem. Essa abordagem da programação em blocos vai de encontro com outra solução proposta por Medeiros et al (2019), o ensino de programação para crianças.

Muitos trabalhos abordam as vantagens de ensinar programação logo cedo no ensino básico, em Hijo-Neira et al. (2017) é observado que todas as escolas que responderam a pesquisa admitiram que ensinar programação é útil, também observamos o uso uma metodologia baseada em metáforas para introduzir crianças aos conceitos básicos de programação.

5. Conclusão e futuros trabalhos

A presente revisão sistemática buscou fazer uma análise da literatura internacional a partir do mapeamento sistemático de Santos (2019) buscando expandir o escopo da pesquisa e aumentar seu alcance, assim como também entender aspectos da Educação em computação que cada um desses trabalhos aborda. 195 trabalhos foram selecionados a partir da String de busca e 10 artigos foram pré-selecionados, aproveitados do trabalho anterior. Apenas 3 estudos foram levados em consideração nesta revisão, devido a pré-seleção de artigos e erros durante o processo de extração de dados.

O objetivo dessa pesquisa foi baseado em responder as seguintes questões, que subáreas da Educação em Computação são alvo dos pesquisadores? Quais problemáticas são mencionadas nas revisões sistemáticas? Quais recomendações para minimizar problemas existentes são mais destacadas nos achados dos estudos incluídos nas Revisões? E partir delas poder criar uma análise do que foi discutido a partir dos dados extraídos.

Foi possível observar aspectos semelhantes entre os artigos que foram levados em consideração nessa revisão, temas como a Motivação dos alunos, dificuldade em ensinar a programação, problemas na produção do currículo para programação, ensino de programação para novas gerações, uso de metodologias não tradicionais entre outros aspectos importantes descritos na sessão 4.

No geral, pode ser dito que esse trabalho não conseguiu expandir o escopo de Santos (2009) em largura, uma vez que só levou em consideração três trabalhos, porém, amplia os achados de Santos, uma vez que adiciona mais informação sobre o que os educadores enfrentam nesta área, dentre outros aspectos.

Para os trabalhos futuros é recomendada uma abordagem mais cautelosa na produção da String de busca para capturar artigos que se encaixe com os critérios de inclusão determinados na revisão, assim como uma melhor estratégia para extração de dados qualitativos se for o caso da pesquisa. Além disso, são deixadas em aberto várias temáticas de relevância, desafios, abordagens, dentro da área da educação em computação que pode ser alvo de pesquisas no futuro.

REFERÊNCIAS

Alasbali, N. and Benatallah, B. (2016). Open source as an innovative approach in computer science education A systematic review of advantages and challenges. *Proceedings of the 2015 IEEE 3rd International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education, MITE 2015*, p. 278–283.

Bayzick, J., Askins, B., Kalafut, S. and Spear, M. (2013). Reading mobile games throughout the curriculum. *SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, p. 209–214.

De Raadt, M. (2008). Teaching programming strategies explicitly to novice programmers. p. 214.

Hijon-Neira, R., Santacruz-Valencia, L., Perez-Marin, D. and GMómez-GMómez, M. (2017). An analysis of the current situation of teaching programming in primary education. *2017 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2017*, v. 2018- January, p. 1–6.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26.

Mahmoud, Q. H. (2008). Integrating mobile devices into the computer science curriculum. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, n. November 2008.

Martinhago, A. Z., Smarzaró, R., Lima, I. and Guimarães, L. (2014). Computação Desplugada no Ensino de Bancos de Dados na Educação Superior. *XXII Workshop sobre Educação em Computação*, n. July.

Medeiros, R. P., Ramalho, G. L. and Falcao, T. P. (2019). A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education. *IEEE Transactions on Education*, v. 62, n. 2, p. 77–90.

Morrison, B. B. and Preston, J. A. (2009). Engagement: Gaming throughout the curriculum. *SIGCSE '09 - Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, n. June, p. 342–346.

Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., et al. (2007). A survey of literature on the teaching of introductory programming. *ITiCSE-WGR 2007 - Working Group Reports on ITiCSE on Innovation and Technology in Computer Science Education*, p. 204–223.

Santos, V. L. N. (2019). Um mapeamento sistemático sobre publicações da área de Educação em Computação.

Sheard, J., Simon, Hamilton, M. and Lönnberg, J. (2009). Analysis of research into the teaching and learning of programming. *ICER '09 - Proceedings of the 2009 ACM Workshop on International Computing Education Research*, p. 93–104.

Vihavainen, A., Airaksinen, J. and Watson, C. (2014). A systematic review of approaches for teaching introductory programming and their influence on success. *ICER 2014 - Proceedings of the 10th Annual International Conference on International Computing Education Research*, p. 19–26.

Weintrop, D. and Wilensky, U. (2015). To block or not to block, that is the question: Students' perceptions of blocks-based programming. *Proceedings of IDC 2015: The 14th International Conference on Interaction Design and Children*, n. June, p. 199–208.