

Um mapeamento sistemático sobre publicações da área de Educação em Computação

Vitória Luize Nascimento dos Santos¹

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

vitoria.luize@dcx.ufpb.br

Resumo. *A educação em computação mostrou-se também como uma proposta de motivação tanto para professores quanto alunos, no estímulo do ensino e aprendizagem. Para o amadurecimento deste campo, é importante compreender as publicações nesta área. o objetivo do presente estudo é identificar revisões sistemáticas publicadas nos anos de 2000 a 2019, realizadas em torno desta área e analisar os resultados para que as questões da pesquisa sejam respondidas. Para identificar as revisões sistemáticas foi realizado um mapeamento sistemático, de publicações ligadas ao tema educação em computação. Nas buscas pelas publicações, mais de trezentos e quarenta estudos foram encontrados, vinte e três foram selecionados; porém após uma filtragem foram selecionadas seis revisões sistemáticas para serem incluídas no estudo. O mapeamento abordou o reconhecimento de estudos na área de educação em computação, visando identificar as evidências que respondem às questões da pesquisa. Entretanto, o método ainda tem limitações, como as ameaças à validade do estudo.*

Palavras-chave: Ciência da computação, Educação em ciência da computação, Mapeamento sistemático.

Abstract. *Computer education has also proved to be a motivating proposition for both teachers and students in stimulating teaching and learning. For the maturation of this field, it is important to understand the publications in this area. The aim of the present study is to identify systematic reviews published in the years 2000 to 2019, carried out around this area and analyze the results so that the research questions are answered. To identify them, a systematic mapping of publications related to the subject computer education was performed. In the search for publications, more than three hundred and forty studies were found, twenty-three were selected. After filtering, six systematic reviews were selected to be included in the study. The mapping approached the recognition of studies in the area of computer education, aiming to identify the evidences that answer the research questions.*

Keywords: Computer Science, Computer Science Education, Systematic mapping.

1. Introdução

A educação em computação é um termo utilizado para se referir ao ensino dos tópicos de computação. Este é um campo que exige um esforço interdisciplinar, pois, além de

tratar de ensino-aprendizagem, está associado também à chamada educação STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*, ou Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Pois a educação STEM é a integração dos conhecimentos dessas quatro áreas em torno da aplicação prática do que foi aprendido. Esta abordagem é muito incentivada em vários países do mundo, uma vez que o grupo-alvo abrange tanto a educação básica quanto o ensino de nível superior.

Como campo interdisciplinar a educação em computação envolve a aprendizagem de diversas habilidades, que vão desde a compreensão do funcionamento dos computadores e resolução de problemas até tópicos sobre todas as áreas que impactam a ciência da computação. De modo geral, em comparação aos seus campos associados, como educação em ciências e matemática, a educação em computação é um campo bem mais novo, com muitas lacunas a serem exploradas. Segundo [Justus J. Randolph 2008], uma forma de preencher essas lacunas é revisar as práticas e metodologias utilizadas atualmente na educação em computação e compará-las com os conhecimentos mais antigos sobre as melhores metodologias e práticas nesse campo de pesquisa.

Por meio desse mapeamento sistemático além de catalogar revisões sistemáticas sobre a área e da autora sentir necessidade de conhecer melhor as publicações na área, com este estudo, espera-se reunir informações que auxiliem na implementação de publicações na área de educação em computação, com a finalidade de trazer resultados para as questões da pesquisa. Pois ao investigar os anos nos quais houveram mais publicações na área, detectar os autores que foram citados nas revisões sistemáticas e identificar quantas citações cada revisão sistemática selecionada teve, o estudo buscou contribuir para revelar esses tópicos dentre uma vasta produção bibliográfica que se formou em torno da educação em computação consequentemente aumentando a disseminação desse campo. Visto que de acordo com [Cooper et al. 2016], diante do constante crescimento do interesse na computação, esta é uma oportunidade incomparável de expandir o alcance da educação em computação.

A importância do presente estudo é a identificação e mapeamento de revisões sistemáticas relacionadas à educação em ciência da computação. Para tanto, foi feita uma análise de estudos por meio do mapeamento sistemático, que buscou saber: *Quais autores mencionados nos estudos publicaram revisões sistemáticas? Em que ano(s) houve mais publicações na área de educação em computação?* E, finalmente, *Quantas citações cada revisão sistemática selecionada teve?*

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a metodologia adotada, dando início ao planejamento do mapeamento sistemático. Na Seção 3 apresenta-se a condução do mapeamento. A Seção 4 traz o resultado da análise dos dados. A Seção 5 aborda as ameaças à validade do mapeamento. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2. Metodologia

A metodologia utilizada nesse artigo é o mapeamento sistemático. Segundo [Kitchenham and Charters 2007], o mapeamento sistemático “é um tipo de pesquisa muito utilizada quando há um cenário abrangente e que tem por objetivo reunir o máximo de informações disponíveis sobre uma determinada área do conhecimento”. Logo o presente mapeamento sistemático adotou as diretrizes indicadas por Kitchenham e Char-

ters (2007) , tendo como objetivo avaliar a área de interesse, respondendo questões da pesquisa.

2.1. Planejamento do mapeamento

Nesta etapa, para a pesquisa atual, foi feita a busca por publicações do tipo revisão sistemática que abordem educação em ciência da computação, publicadas entre os anos de 2000 e 2019 para que as publicações tivessem um contexto mais contemporâneo. O mapeamento foi proposto de modo a identificar esses estudos e responder as questões da pesquisa, tendo como base os resultados das buscas. Para todo o processo de mapeamento, foi utilizada como apoio a ferramenta *Parsifal*¹.

2.2. Questões de pesquisa

Para o primeiro passo da elaboração do protocolo deste mapeamento, as questões de pesquisa foram definidas de acordo com o contexto proposto para o mapeamento. As questões da pesquisa visam, acima de tudo, identificar de maneira quantitativa os estudos que se encaixam no campo da educação em computação. Com isso, esta pesquisa responderá as seguintes questões

Questão 1- Quais autores mencionados nos estudos publicaram revisões sistemáticas?

Questão 2 - Em que ano(s) houve mais publicações na área de educação em computação?

Questão 3 - Quantas citações cada revisão sistemática selecionada teve?

2.3. String de busca

A string de busca tentou incluir todos os pontos para que o foco de interesse se mantivesse presente. A Tabela 1 mostra a string de busca formada para este mapeamento.

Tabela 1. String de busca gerada para o mapeamento.

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

2.4. Seleção das fontes

O processo de escolha e definição das fontes de busca procurou encontrar, em protocolos de outras revisões sistemáticas e mapeamentos, quais eram as fontes mais usadas nas áreas de pesquisa. As fontes mais indicadas e que foram adotadas para a condução do mapeamento foram as seguintes bibliotecas virtuais:

1. ACM Digital Library (dl.acm.org);
2. Google Scholar (scholar.googleusercontent.com);
3. IEEE Digital Library (ieeexplore.ieee.org);
4. Informing Science Institute(informingscience.org);
5. Science@Direct (sciencedirect.com);
6. Wiley(onlinelibrary.wiley.com).

2.5. Critérios de seleção

Os critérios de seleção foram definidos de acordo com as questões da pesquisa, sendo responsáveis pela aceitação ou recusa dos estudos.

¹Ferramenta *Parsifal* disponível no link <https://parsif.al>

2.5.1. Critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE)

A Tabela 2 mostra os critérios de inclusão dos estudos para o mapeamento.

Tabela 2. Critérios de inclusão dos estudos para o mapeamento.

CI.1	Estar em inglês
CI.2	Publicações entre 2000-2019
CI.3	Os estudos devem conter nas palavras-chave os termos de busca do mapeamento
CI.4	Publicações da área de ciência da computação
CI.5	Publicação ser do tipo revisão sistemática

A Tabela 3 apresenta os critérios de exclusão dos estudos para o mapeamento.

Tabela 3. Critérios de exclusão.

CE.1	Publicações duplicadas
------	------------------------

3. Condução do mapeamento

A atividade inicial para a condução do mapeamento consistiu na busca, utilizando a string de busca definida na Tabela 1, nas bibliotecas virtuais selecionadas na Seção 2.4. Os resultados dessa busca foram salvos no formato bibtext e importados para a ferramenta de apoio *Parsifal*, por meio da qual foi conduzido o mapeamento. A string de busca precisou sofrer algumas alterações na sintaxe para cada um dos mecanismos de busca das fontes selecionadas. Em algumas fontes, como Wiley e Informing Science institute, a string sofreu alterações sintáticas consideráveis para que pudessem ser gerados resultados.

3.1. Identificação dos estudos

Para identificar os estudos, a string de busca foi aplicada em cada uma das bases de busca, sofrendo adaptações para o campo de busca avançada das plataformas. Na iteração de busca, a Tabela 4 mostra a quantidade de estudos encontrados em cada uma das bases, totalizando trezentos e quarenta e quatro estudos encontrados e catalogados².

Tabela 4. Quantidade de estudos por base.

Fontes	Estudos
ACM Digital Library	15
Google scholar	37
IEEE Digital Library	22
Informing Science Institute	0
Science@Direct	270
Wiley	0

²Lista completa dos estudos catalogados disponível no link <https://bit.ly/2IHqqek>

3.2. Processo de seleção

Após o processo de identificação dos estudos encontrados, iniciou-se o procedimento para a seleção dos artigos. As publicações encontradas na pesquisa da string de busca foram analisadas e passaram pelos critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) citados na seção 2.5.1. A presente seção apresenta o número de aceitações e rejeições dos estudos de cada uma das fontes.

Na biblioteca ACM Digital Library, dos quinze estudos encontrados, apenas um foi aprovado pelos critérios de seleção. Quatro estudos estavam duplicados e os outros foram rejeitados por não se tratarem de revisões sistemáticas.

No Google Scholar foi encontrado um total de trinta e sete estudos. Após passarem pelo processo de seleção, verificou-se que dois estudos eram duplicados e foram encontradas três revisões sistemáticas. Entretanto, apenas duas se enquadravam nos critérios de seleção.

No IEEE Digital Library, dos vinte e dois estudos encontrados, um era duplicado. Dos doze que foram rejeitados por não se enquadrarem nos critérios de seleção do mapeamento, restando nove estudos aceitos.

No Science@Direct foi encontrado o maior número de estudos, um total de duzentos e setenta. Desses, porém, duzentos e trinta estudos eram falsos positivos: a grande maioria não se encaixava no contexto do mapeamento nem consistia de revisões sistemáticas; trinta e oito eram estudos duplicados, e onze estudos foram aceitos.

Nenhum estudo foi encontrado, utilizando a string de busca definida, nas bibliotecas Wiley e Informing Science Institute. Mesmo com alterações drásticas na string de busca, nenhum resultado foi encontrado.

A Figura 1 traz um gráfico de coluna com o número de aceitações e rejeições dos estudos de cada uma das fontes.

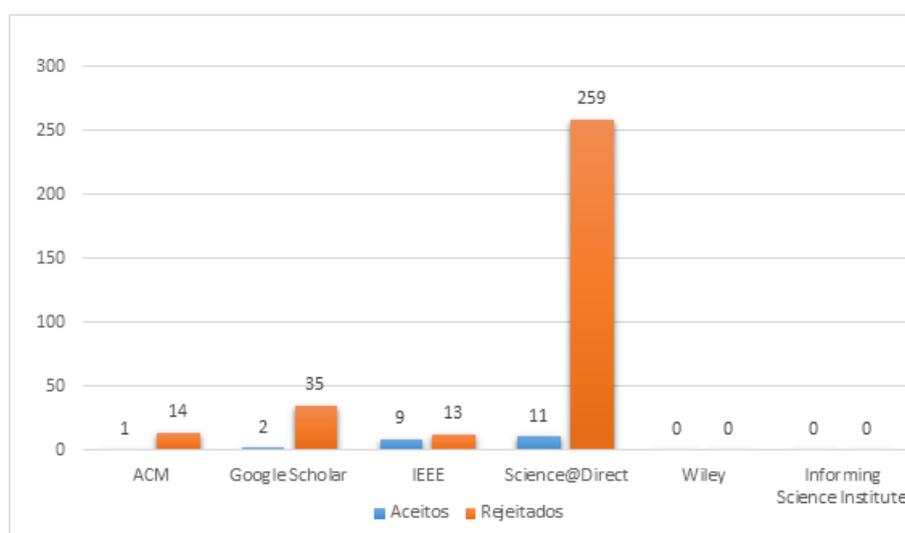


Figura 1. Quantidade de estudos aceitos e rejeitados em cada uma das bases de busca.

4. Apresentação dos Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentam-se os resultados do mapeamento. Esses resultados envolvem a extração dos dados da pesquisa e as questões da pesquisa respondidas a partir dos dados coletados dos estudos selecionados, de acordo com o protocolo acima.

4.1. Extração dos dados

Para a extração de dados foi realizada a leitura dos títulos, palavras-chave, resumo e conclusão dos vinte e três estudos selecionados, para verificar se realmente todos se encaixavam no contexto e posteriormente foram excluídos trabalhos que não se enquadravam no contexto do mapeamento. Após feita a leitura, apenas seis revisões sistemáticas passaram por essa filtragem, para que fossem incluídas no estudo. A extração dos dados foi

Tabela 5. Extração dos dados dos estudos selecionados.

ID	Título	Autor(es)	Ano de publicação	Citações
SRL01	A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education	R. P. Medeiros and G. L. Raimalho and T. P. Falcão	2019	02
SRL02	Theoretical underpinnings of computing education research: what is the evidence?	Malmi, Lauri and Sheard, Judy and Bednarik, Roman and Helminen, Juha and Kinunen, Päivi and Korhonen, Ari and Myller, Niko and Sorva, Juha and Taherkhani, Ahmad and others	2014	32
SRL03	A Study of Computing Undergraduates Undertaking a Systematic Literature Review	P. Brereton	2011	15
SRL04	Open source as an innovative approach in computer science education A systematic review of advantages and challenges	N. Alasbali and B. Benatallah	2015	02
SRL05	Teaching Computer Science Graduate Students Scholarly Literature Review Techniques	C. Liu and R. Houdek	2006	05
SRL06	How games for computing education are evaluated? A systematic literature review	Giani Petri and Christiane Gresse von Wangenheim	2017	53

realizada por meio de um catálogo contendo um ID, título, autor(es), ano de publicação e citações de cada estudo selecionado. A Tabela 5 cataloga os dados extraídos dos estudos.

4.2. Resposta para a questão 1

A primeira questão da pesquisa tem como objetivo fazer o levantamento dos autores mencionados nos estudos, que publicaram revisões sistemáticas abordando o tema educação em computação, considerando os estudos selecionados no mapeamento. A tabela 6 informa os grupos de autores encontrados a partir dos estudos selecionados.

Através das citações, foram encontrados cinco grupos de autores que publicaram revisões sistemáticas ligadas ao tema. Dentre eles, a autora Christiane Gresse von Wangenheim foi a que apareceu com maior frequência, estando presente na publicação de três revisões sistemáticas mencionadas nos estudos, diferente dos outros autores que apareceram apenas uma vez.

Tabela 6. Grupos de autores encontrados.

Grupos de Autores
A. Vihavainen, J. Airaksinen, C. Watson
P. Battistella, C. Gresse von Wangenheim
C. Gresse von Wangenheim, D. Kochanski, R. Savi
G. Petri, C. Gresse von Wangenheim
C. Caulfield, J. Xia, D. Veal, S.P. Maj

4.3. Resposta para a questão 2

A segunda questão da pesquisa diz respeito aos anos que houveram mais publicações na área de educação em computação. Para chegar a esses resultados, foram utilizadas todas as referências contidas nas revisões sistemáticas selecionadas ligadas à educação em computação e seus respectivos anos de publicação foram levados em consideração para os resultados. A Figura 2 traz um gráfico de linhas com a quantidade de estudos publicados nos anos de 2000 a 2019.

Observando o gráfico, é possível notar que o ano com maior número de publicações foi 2011, com um total de trinta e nove publicações seguido de 2013 com trinta e cinco e em terceiro lugar 2010 com vinte e sete.

4.4. Resposta para a questão 3

A terceira questão da pesquisa tem como objetivo saber quantas citações cada revisão sistemática selecionada teve, considerando os estudos selecionados no mapeamento.

Na tabela 5 é possível visualizar a quantidade de citações que cada uma das revisões selecionadas obteve. a revisão *"How games for computing education are evaluated? A systematic literature review"* [Petri and von Wangenheim] de 2017 foi a mais



Figura 2. Quantidade de estudos publicados nos anos de 2000 a 2019.

citada com cinquenta e três menções, a revisão *"Theoretical underpinnings of computing education research: what is the evidence?"* [Medeiros et al. 2019] teve trinta e duas menções seguida da *"A Study of Computing Undergraduates Undertaking a Systematic Literature Review"* [Malmi et al. 2014] com quinze. Enquanto as outras revisões como *"A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education"* [Alasbali and Benatallah 2015], *"Teaching Computer Science Graduate Students Scholarly Literature Review Techniques"* [C.Liu and R.Houdek 2006] e *"Open source as an innovative approach in computer science education A systematic review of advantages and challenges"* [P.Brereton 2011], tiveram apenas duas, cinco e duas menções respectivamente.

Essas revisões que tiveram menor quantidade de menções poderiam ter sido melhor aproveitadas, pois podem contribuir com informações valiosas que valem a pena ser verificadas em um trabalho futuro, para averiguar o motivo pelo qual foram citadas poucas vezes.

5. Ameaças à validade do mapeamento

Foram encontradas algumas ameaças à validade deste mapeamento sistemático.

5.1. Externa

Este aspecto aborda a habilidade de generalização dos resultados do mapeamento, como cobertura das buscas e possíveis vieses durante a seleção dos estudos por conta da quantidade de estudos selecionados.

5.2. Interna

Como a busca realizada foi automatizada, é classificada nesse tipo de ameaça, pois há grande possibilidade de estudos relevantes não terem sido levados em consideração. Para diminuir esse risco, as buscas dos estudos no Google Scholar foram selecionados e importados um por um para a ferramenta de apoio *Parsifal*.

5.3. Composição

A efetividade da string de busca se encaixa nessa ameaça, pois sua criação e adaptação para todas as fontes de busca pode causar uma mudança de foco na pesquisa, caso não seja bem elaborada. Para prevenir esta ameaça, recorreu-se ao auxílio de um orientador para validar a string.

6. Considerações finais e trabalhos futuros

O presente estudo apresentou um mapeamento sistemático sobre educação em computação. Por meio das buscas realizadas, foi encontrado um total de trezentos e quarenta e quatro estudos. Depois de aplicar os critérios de seleção, vinte e três passaram, e após passar por uma filtragem, restaram apenas seis publicações. Somente esses seis estudos foram levados em consideração para as análises do mapeamento sistemático.

De acordo com o objetivo da pesquisa, o mapeamento respondeu as questões da pesquisa: Quais autores mencionados nos estudos publicaram revisões sistemáticas? Em que ano(s) houve mais publicações na área de educação em computação? E, finalmente, Quantas citações cada revisão sistemática selecionada teve?

Efetivamente, espera-se que este mapeamento auxilie pesquisadores, educadores e estudantes a compreender as lacunas existentes no campo de educação em computação. Consequentemente, espera-se também que este estudo incentive mais pessoas a pesquisar e escrever sobre a área.

Para trabalhos futuros, pode-se sugerir a ampliação do mapeamento para estender ainda mais a quantidade de estudos mapeados. Além disso, a leitura e extração cuidadosa de que aspectos estas revisões tratam, de maneira a identificar padrões de interesses, conflitos em termos do que se diz ser efetivo ou não ao longo dos anos, e desafios que permanecem em aberto nesta área.

References

- Alasbali, N. and Benatallah, B. (2015). Open source as an innovative approach in computer science education a systematic review of advantages and challenges. *IEEE 3rd International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)*.
- C.Liu and R.Houdek (2006). Teaching computer science graduate students scholarly literature review techniques.
- Cooper, S., Forbes, J., Fox, A., Hambrusch, S. E., Ko, A., and Simon, B. (2016). The importance of computing education research. *CoRR*, abs/1604.03446.
- Justus J. Randolph, George Julnes, E. S. S. L. (2008). A methodological review of computer science education research. *Journal of Information Technology Education: Research*, 7:135–162.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Malmi, L., Sheard, J., Bednarik, R., Helminen, J., Kinnunen, P., Korhonen, A., Myller, N., Sorva, J., Taherkhani, A., et al. (2014). Theoretical underpinnings of computing education research: what is the evidence?

Medeiros, R. P., Ramalho, G. L., and Falcão, T. P. (2019). A systematic literature review on teaching and learning introductory programming in higher education.

P.Brereton (2011). A study of computing undergraduates undertaking a systematic literature review.

Petri, G. and von Wangenheim, C. G. How games for computing education are evaluated? a systematic literature review.

²Trabalho de conclusão de curso, sob orientação da professora Pasqueline Scaico submetido ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAIE) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO