

Formação de Profissionais de Computação para Ciência Aberta

Beatriz Brito do Rêgo¹, Jean C. S. Rosa², Christina von Flach¹

¹Instituto de Computação - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Salvador – Bahia – Brasil.

²ITI/LARSyS & Uninassau
Funchal - Portugal & Aracaju - Brasil.

beatrizbr@ufba.br, jclemission@live.com, flach@ufba.br

Resumo. *Dentre os desafios da comunidade científica estão a reprodutibilidade e a replicabilidade de pesquisas científicas. A Ciência Aberta (CA) combina vários movimentos e práticas com o objetivo de disponibilizar abertamente conhecimento científico e torná-lo acessível e reutilizável por todos, favorecendo não apenas a reprodutibilidade e replicabilidade, mas também a transparência e integridade na pesquisa científica. A disseminação de princípios, conceitos e práticas da CA é fundamental para sua adoção pela comunidade científica. Nesse contexto, é evidente a relevância de seu ensino na pós-graduação stricto sensu durante a formação de pesquisadores. Entretanto, ainda não há estratégias bem definidas para guiar tal adoção. Este artigo apresenta um projeto de doutorado para investigar possibilidades estratégicas no ensino de Ciência Aberta em cursos acadêmicos de mestrado ou doutorado da área de Computação. A metodologia utilizada é a Design Science Research. Dentre os resultados esperados estão a definição e validação de estratégias para o ensino de CA na pós-graduação em Computação com recursos educacionais abertos.*

1. Introdução

As publicações científicas têm como propósito disseminar os resultados de investigações, promovendo o avanço do conhecimento coletivo na comunidade acadêmica e na sociedade [Brofman 2018]. A reprodutibilidade de uma pesquisa refere-se à possibilidade de reproduzir estudos utilizando os mesmos dados e métodos, enquanto a replicabilidade está associada à obtenção de resultados consistentes em condições distintas. No entanto, a indisponibilidade dos artefatos de pesquisa representa um desafio significativo, comprometendo esses aspectos fundamentais [Nong et al. 2022, Spinak 2023]. Deficiências no planejamento, na execução ou na comunicação da pesquisa podem agravar esse problema. Nesse cenário, a Ciência Aberta (CA) emerge como uma abordagem essencial para ampliar a transparência e fortalecer a reprodutibilidade e a replicabilidade das pesquisas, promovendo a disseminação aberta de artefatos científicos [Medeiros et al. 2023].

No Brasil, a maioria dos egressos de programas de pós-graduação em Computação segue carreira acadêmica, atuando na pesquisa e no ensino em cursos de graduação e pós-graduação [Simão et al. 2018]. Nesse contexto, torna-se essencial a integração de princípios, conceitos e práticas de CA na formação desses novos pesquisadores para conduzir e comunicar suas pesquisas de forma acessível e colaborativa. Tal formação pode contribuir para os avanços na inovação científica, tanto no setor produtivo quanto na sociedade em geral [Velho 2007].

Dentre os elementos que possuem relação com as práticas de CA, os Recursos Educacionais Abertos (REA) destacam-se como materiais projetados para uso educacional e amplamente disponíveis em repositórios digitais [dos Anjos e Alonso 2021]. O movimento em favor dos REA tem impulsionado mudanças nas práticas educacionais, ampliando a adoção de tecnologias digitais [Medeiros et al. 2021, Johnstone 2005]. Lopes (2022) argumenta que a CA oferece um suporte significativo para a criação de experiências baseadas em REA, ao promover o compartilhamento e a reutilização de recursos abertos [Lopes 2022].

Embora existam tecnologias que facilitam a interação e a disseminação do conhecimento científico, instituições de pesquisa ainda operam com estruturas e práticas herdadas da era pré-digital, resultando em limitações na comunicação e acessibilidade dos resultados [Silva e Silveira 2019]. Diante desse paradoxo, surge o seguinte questionamento: *quais estratégias podem ser utilizadas para ensinar CA em cursos acadêmicos de mestrado ou doutorado da área da Computação com REA?*

Assim, este artigo apresenta uma pesquisa de doutorado, cujo objetivo geral é *investigar possibilidades estratégicas para o ensino de Ciência Aberta em cursos acadêmicos de mestrado ou doutorado da área de Computação com recursos educacionais abertos*. Para atingir o objetivo geral, foram constituídos quatro objetivos específicos:

- OE1: Construir um corpo de conhecimento acerca da Ciência Aberta para Computação.
- OE2: Investigar o ensino de Ciência Aberta em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado.
- OE3: Criar estratégias para o ensino de Ciência Aberta em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação com recursos educacionais abertos.
- OE4: Avaliar possibilidades estratégicas para o ensino de Ciência Aberta em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação com recursos educacionais abertos.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção é destinada a apresentar o referencial teórico que serve para elucidação dos temas desta pesquisa, sendo eles: (i) Ciência Aberta; (ii) Ciência Aberta na Computação no Brasil; (iii) recursos Educacionais Abertos; (iv) formação de pesquisadores.

2.1. Ciência Aberta

Na Recomendação da UNESCO sobre CA [UNESCO 2021], define-a como:

“um construto inclusivo que combina vários movimentos e práticas que têm o objetivo de disponibilizar abertamente conhecimento científico multilíngue, torná-lo acessível e reutilizável para todos, aumentar as colaborações científicas e o compartilhamento de informações para o benefício da ciência e da sociedade, e abrir os processos de criação, avaliação e comunicação do conhecimento científico a atores da sociedade, além da comunidade científica tradicional” [UNESCO 2021, p. 14, tradução nossa].

Dentre as ações recomendadas, a UNESCO reforça a necessidade de “*investir em recursos humanos, formação, educação, literacia digital e capacitação para a ciência aberta*” [UNESCO 2021, p. 14, tradução nossa]. A Academia Brasileira de Ciências

(ABC) publicou em 2023 o relatório “*Open Science: Overview and General Recommendations*”, elaborado por um grupo de trabalho dedicado ao tema [Medeiros et al. 2023]. Dentre as recomendações para a comunidade científica brasileira, está:

“promover a criação de ações de Ciência Aberta, por exemplo, propor estratégias para educar e apoiar membros das comunidades de pesquisa brasileiras, instituições, editoras e financiadores para mudar suas práticas e requisitos em direção à Ciência Aberta” [Medeiros et al. 2023, p. 61, tradução nossa]

2.2. Ciência Aberta na Computação no Brasil

Na área de Computação, há diversas iniciativas para promover a CA e tornar a pesquisa científica mais acessível e colaborativa. Em 2021, a revista Computação - Brasil da Sociedade Brasileira de Computação (SBC)¹, publicou um número totalmente dedicado ao papel da Computação na Ciência Aberta [de Medeiros et al. 2021].

Desde 2021, a Conferência Brasileira de Software (CBSoft)² sedia o Workshop de Práticas de Ciência Aberta para Engenharia de Software (OpenSciense)³ para reunir interessados em temas relacionados a práticas de Ciência Aberta na área de Engenharia de Software. Desde 2022, o Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES)⁴ disponibiliza o documento “Políticas de Ciência Aberta” [Flach 2022], buscando orientar os autores a disponibilizar os artefatos de pesquisa e despertar seu interesse na reproduzibilidade. Em 2023, o seminário “Oportunidades e Desafios da Ciência Aberta na Computação” foi realizado como evento-satélite do Congresso da SBC. Finalmente, a SBC oferece uma biblioteca digital aberta, com anais de eventos, periódicos e livros de acesso aberto [Viterbo et al. 2024].

Ainda que se observe uma maior conscientização sobre a necessidade de abertura na pesquisa científica, os benefícios e desafios da adoção de práticas de CA, ainda são poucas as iniciativas para criar e disseminar o conhecimento sobre CA, inclusive durante a formação de pesquisadores brasileiros em Computação.

2.3. Recursos Educacionais Abertos

No documento da UNESCO, um dos pilares da CA é o *conhecimento científico aberto*, que engloba publicações científicas, dados de pesquisa, software de pesquisa e REA [UNESCO 2021]. O uso de REA busca tornar o conhecimento mais livre e acessível para todos [Medeiros et al. 2021]. Amiel (2012) destaca que a Educação Aberta “é uma tentativa de buscar alternativas sustentáveis para algumas das barreiras evidentes no que tange ao direito de uma educação de qualidade” [Amiel 2012, p. 136].

Nesse contexto, os REA mantidos sob domínio público ou licenciados de forma aberta, incluindo os cursos online abertos, desempenham um papel significativo no movimento pela CA [Albagli 2017]. Esses movimentos compartilham a defesa pela ampliação do acesso ao conhecimento e pela possibilidade de (re)produção de conteúdos e obras, além de utilizarem ferramentas técnicas comuns [de Freitas et al. 2022]. Em outras palavras, é possível observar uma associação direta entre a CA e os REA, na qual a CA pode contribuir para a construção de experiências de Educação Aberta, especialmente quando analisada como um conjunto de recursos abertos [Lopes 2022].

¹<https://www.sbc.org.br/>

²<https://cbsoft.sbc.org.br/2021/>

³<https://opensciense-org.github.io/opensciense2024/?lang=pt>

⁴<https://cbsoft2022.facom.ufu.br/sbes-pesquisa.php>

2.4. Formação de Pesquisadores

As culturas de pesquisa e formação de pesquisadores diferem de uma área para outra [Mainardes e Stremel 2019]. Na atual estrutura da pós-graduação brasileira, grande parte dos egressos atuará em universidades como professores em cursos de graduação e, possivelmente, de pós-graduação [Simão et al. 2018], com liderança ou participação em grupos de pesquisa [Teixeira et al. 2015]. Na Computação, os programas de pós-graduação são um lócus privilegiado de formação à docência universitária, em que são sistematizados conhecimentos teóricos e instrumentais para condução de pesquisas [Morais et al. 2023].

O Relatório do Seminário de Meio Termo da CAPES da área de Computação de 2023⁵ menciona brevemente a Ciência Aberta como uma das questões para debate nos fóruns da área e com a comunidade científica brasileira para a avaliação de 2021 - 2024 e de 2025 - 2028, porém sem mencionar a formação de pós-graduandos para CA.

3. Metodologia

O projeto de pesquisa de doutorado aqui apresentado caracteriza-se pela natureza qualitativa e empírica, adotando uma posição Construtivista-Interpretativista de Filosofia da Ciência [Ponterotto 2005]. Ressalta-se que, como partes do estudo envolvem a participação de pessoas, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) n.º #84242324.3.0000.5531. Sob a perspectiva da CA, esta pesquisa foi registrada na plataforma OSF⁶.

A metodologia desta pesquisa segue os princípios da *Design Science Research* (DSR), na qual a pesquisadora se compromete com dois objetivos principais: resolver um problema prático em um contexto específico por meio da construção de artefatos; e contribuir para a construção do conhecimento científico [Pimentel et al. 2019]. Nesse contexto, a pesquisa foi estruturada em seis etapas [Peffers et al. 2007], detalhadas nas subseções a seguir.

3.1. Identificação do Problema

Esta etapa é o momento da compreensão da situação problema. Busca-se, também, descrever e explicar o problema, para ser possível projetar soluções [Peffers et al. 2007, Zaidan et al. 2016]. Para isso, uma revisão de literatura, uma pesquisa documental, um *survey* e entrevistas com professores/orientadores de pós-graduação serão realizados.

Com a revisão de literatura será possível construir um corpo de conhecimento acerca de CA para/na Computação. Já com a pesquisa documental e com o *survey* espera-se investigar se existe o ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado das universidades brasileiras. Por fim, será realizada uma entrevista semiestruturada com professores visando investigar como é o ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado. Assim, esta etapa atenderá aos objetivos OE1 e OE2.

3.2. Definição dos objetivos da solução

A segunda etapa consiste no processo de definir os objetivos da solução do problema identificado na etapa anterior e do conhecimento acerca do que é possível e viável [Peffers et al. 2007]. Os dados coletados na etapa anterior serão analisados por meio

⁵<https://bit.ly/3Q0VT6e>

⁶<https://osf.io/k6e4p/>

da Análise Temática [Braun e Clarke 2006]. Assim, serão definidos os objetivos das estratégias para o ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação com REA. Esta etapa atenderá ao OE3.

3.3. Projeto & Desenvolvimento

Nesta etapa, serão definidas e construídas as estratégias para o ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação com REA, por meio de workshops semioparticipativos com o SPIDe [Rosa et al. 2023, Rosa e Matos 2016]. Os participantes dos workshops serão professores de mestrado e doutorado acadêmicos em Computação, que contribuirão para a criação das estratégias de ensino. Assim, esta etapa atenderá ao OE3.

3.4. Demonstração

Nesta etapa, busca-se argumentar acerca da resolução do problema a partir da solução construída na etapa anterior [Peffers et al. 2007]. Serão apresentadas as estratégias, criadas na etapa anterior, no formato de roda de conversa. A roda de conversa é, no âmbito da pesquisa narrativa, uma forma de produzir dados em que a pesquisadora se insere como sujeito da pesquisa pela participação na conversa e, ao mesmo tempo, produz dados para discussão [Moura e Lima 2014]. Na demonstração, os participantes serão os professores que contribuíram para a construção das estratégias. Esta etapa atenderá ao OE3.

3.5. Avaliação

Nesta etapa, as estratégias de ensino construídas e demonstradas anteriormente serão avaliadas, atendendo ao objetivo OE4. Os participantes da etapa anterior realizarão a avaliação por meio do Grupo Focal [Kontio et al. 2004] e do Technology Acceptance Model (TAM) [Davis 1989].

3.6. Comunicação

Por fim, nesta etapa, visado comunicar toda a investigação [Peffers et al. 2007], os resultados serão disponibilizados abertamente em plataformas de CA e REA, e poderão ser submetidos aos seguintes veículos de comunicação científica: Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp), Workshop de Educação em Computação (WIE), Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE TS), International Journal of Higher Education Research, entre outros. Esta etapa atenderá ao objetivo OE4.

4. Resultados Preliminares

Os resultados preliminares desta pesquisa são dados coletados com a realização de um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL). O MSL é uma subetapa de revisão de literatura. Na busca das produções científicas nas bases de dados selecionadas, foram encontrados 687 estudos. Porém, estudos identificados com duplicidade e sem acesso disponível foram retirados, restando 666 estudos para iniciar a leitura de título e resumo.

5. Cronograma

A Tabela 1 apresenta o cronograma de atividades previstas para este projeto de pesquisa de doutorado entre julho de 2024 e dezembro de 2025. A submissão do projeto ao CEP foi concluída. As etapas em cor amarela estão em andamento e, por fim, as etapas em cor vermelha não foram iniciadas.

Tabela 1. Cronograma de Atividades

Atividades/ Meses	07 - 24	08 - 24	09 - 24	10 - 24'	11 - 24	12 - 24	01 - 25	02 - 25	03 - 25	04 - 25	05 - 25	06 - 25	07 - 25	08 - 25	09 - 25	10 - 25	11 - 25	12 - 25	01 - 26
Submissão do projeto ao CEP	X	X	X	X	X	X													
Revisão Bibliográfica					X	X	X	X											
Pesquisa Documental							X	X	X										
Survey							X	X											
Entrevista com Professores							X	X											
Análise Temática											X								
Escrita Relatório de Qualificação							X	X	X	X									
Qualificação									X										
Workshop de Design Participativo										X	X								
Construção de Guia										X	X	X							
TAM													X	X					
Grupo Focal														X	X	X			
Escrita da Tese														X	X	X			
Envio de Relatório Final ao CEP																	X		
Defesa de Tese																		X	

6. Dificuldades e Desafios da Pesquisa

Uma das principais dificuldades da pesquisa está na participação de pessoas. A atuação dos professores poderá expô-los a riscos como constrangimento ao responder a algum questionamento; embaraço de interagir com estranhos; tomada de tempo ao participar do estudo; medo de repercussões eventuais e estigmatização. Se isto ocorrer, os participantes serão orientados a interromper a participação no estudo, se assim o desejarem, e retornar posteriormente.

Já o principal desafio da pesquisa será tornar todo o processo e os resultados abertos. Para alcançar esse objetivo, serão utilizadas plataformas e software de gerenciamento, que irão favorecer a gestão e divulgação dos dados coletados.

7. Contribuições Esperadas

O principal benefício desta pesquisa para a sociedade são as estratégias para o ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação com REA. Assim, será possível promover a cultura de CA desde o momento inicial de formação do pesquisador. Outras contribuições desta pesquisa incluem:

- Identificação dos benefícios ao utilizar CA em projetos de pesquisa em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação;
- Desenvolvimento de Modelos Educacionais Inovadores para o Ensino de CA em cursos acadêmicos de mestrado e doutorado da área de Computação;
- Aumento na acessibilidade a conteúdo educacional de qualidade sobre CA, independentemente de sua localização ou recursos financeiros;
- Orientações práticas e materiais de apoio para professores, ajudando-os a adicionar a CA em suas disciplinas de forma eficaz;
- Formação de pesquisadores que estejam bem equipados para conduzir pesquisas de alta qualidade, mais transparentes, reproduzíveis e replicáveis, impulsionando o avanço da Computação.

Referências

- Albagli, S. (2017). Ciência aberta como instrumento de democratização do saber. *Trabalho, Educação e Saúde*, 15(3):659–660.
- Amiel, T. (2012). Educação aberta: configurando ambientes, práticas e recursos educacionais. *B. Santana, C. Rossini, N. D. L. Pretto (Eds.), Recursos educacionais abertos: Práticas colaborativas e políticas públicas (p. 17–34)*. Casa da Cultura Digital/Edufba.
- Braun, V. e Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2):77–101.
- Brofman, P. R. (2018). A importância das publicações científicas. *Revista Telfract*, 1(1):419–421.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340.
- de Freitas, M., Araujo, I. S., e Heidemann, L. A. (2022). Cultura livre na educação: uma revisão da literatura sobre o uso de tecnologias livres, ciência aberta e recursos educacionais abertos no ensino de física e engenharia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(2):411–438.
- de Medeiros, C. M. B. et al. (2021). *O Papel da Computação na Ciência Aberta*. Number 46. Sociedade Brasileira de Computação.
- dos Anjos, R. A. V. e Alonso, K. M. (2021). Recursos educacionais abertos: entre o desconhecido e os avanços necessários. In *Anais do XXIX Seminário de Educação*, pages 343–357. SBC.
- Flach, C. v. (2022). Políticas de ciência aberta do simpósio brasileiro de engenharia de software (sbes). *Zenodo*.
- Johnstone, S. (2005). Forum on the impact of open courseware for higher education in developing countries—final report. *Education Quarterly*, 3(2):15–18.
- Kontio, J., Lehtola, L., e Bragge, J. (2004). Using the focus group method in software engineering: obtaining practitioner and user experiences. In *2004 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE 2004*, pages 271–280. IEEE Computer Society.
- Lopes, R. E. d. L. (2022). Ciência aberta e suas contribuições para a educação aberta. *Revista Linguagem & Ensino*, 25(especial):141–155.
- Mainardes, J. e Stremel, S. (2019). Aspectos da formação do pesquisador para o campo da política educacional na pós-graduação no brasil. *Educação & Sociedade*, 40(e0203826):1–20.
- Medeiros, C. B., Laender, A. H. F., Packer, A., Val, A. L., Cruz, C. H. B., Flach, C. V., Marques, E. C. L., Kon, F., Cendes, I. L., Barcinski, M. A., Sluys, M. V., e Almeida, U. B. (2023). *Open Science - Overview and General Recommendations*. Academia Brasileira de Ciências.
- Medeiros, R., Doarte, M., Viterbo, J., Maciel, C., e Boscaroli, C. (2021). Uma análise comparativa entre repositórios de recursos educacionais abertos para a educação

básica. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 213–224. SBC.

- Morais, P. S., dos Santos, M. V., Rosa, J. C. S., et al. (2023). A docência universitária: formação do professorado da área de ciência da computação. *Revista Internacional de Educação Superior*, 9(e023043):1–29.
- Moura, A. F. e Lima, M. G. (2014). A reinvenção da roda: Roda de conversa, um instrumento metodológico possível. *Interfaces da Educação*, 5(15):24–35.
- Nong, Y., Sharma, R., Hamou-Lhadj, A., Luo, X., e Cai, H. (2022). Open science in software engineering: A study on deep learning-based vulnerability detection. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49(4):1983–2005.
- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., e Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77.
- Pimentel, M., Filippo, D., e Santoro, F. M. (2019). Design science research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, pages 5–29.
- Ponterotto, J. G. (2005). Qualitative research in counseling psychology: A primer on research paradigms and philosophy of science. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2):126–136.
- Rosa, J. C., Rêgo, B. B. D., Garrido, F. A., Valente, P. D., Nunes, N. J., e Matos, E. S. (2023). Evolving spide towards the integration of requirements elicitation in interaction design. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 29(1):19–33.
- Rosa, J. C. S. e Matos, E. (2016). Semio-participatory framework for interaction design of educational software. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems - IHC '16*, pages 1–10. ACM Press.
- Silva, F. e Silveira, L. (2019). O que é e qual a importância da ciência aberta. *SciELO em Perspectiva*.
- Simão, A., Araujo, R., Malucelli, A., e Vosgeraua, D. (2018). Pós-graduação em computação: muito além de publicações. *Computação Brasil. Sociedade Brasileira de Computação*, 38(2018):39–42.
- Spinak, E. (2023). Reprodução e replicação na pesquisa científica – parte 1 [online]. In *SciELO em Perspectiva*, 2023. Available from: <https://blog.scielo.org/blog/2023/05/19/reproducao-e-replicacao-na-pesquisa-cientifica-parte-1/>. Acesso: 15/12/2024.
- Teixeira, L. A., Passos, M. M., e Arruda, S. d. M. (2015). A formação de pesquisadores em um grupo de pesquisa em educação em ciências e matemática. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2):525–541.
- UNESCO (2021). UNESCO -Recommendation on Open Science. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.
- Velho, L. (2007). O papel da formação de pesquisadores no sistema de inovação. *Ciência e cultura*, 59(4):23–28.

Viterbo, J., Pereira, R., e Casali, A. (2024). *SOL: A Biblioteca Digital Aberta da SBC*.
SBC.

Zaidan, F. H., Bax, M. P., e Parreiras, F. (2016). Design science research: Aplicação em
um projeto de pesquisa e desenvolvimento. In *International Conference on Information
Systems and Technology Management; International Conference on Information
Systems and Technology Management*. Universidade Federal de Minas Gerais.