

# Teoria dos Autômatos na Educação Básica: Uma Abordagem com Metodologias Ativas

Júlia Veiga<sup>1</sup>, Simone André da Costa Cavalheiro<sup>1</sup>, Luciana Foss<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas (UFPel)  
Pelotas – RS – Brasil

{jvsilva,simone.costa,lfoss}@inf.ufpel.br

**Resumo.** *Este trabalho propõe uma abordagem baseada em metodologias ativas para introduzir a Teoria dos Autômatos a estudantes do 9º ano da Educação Básica. A proposta surge devido à limitada presença da Computação Teórica nesse nível de ensino. O objetivo é engajar os estudantes e promover habilidades de resolução de problemas, alinhando-se às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular. A proposta consiste em uma sequência didática estruturada, atualmente em desenvolvimento, que será posteriormente avaliada por especialistas e validada por meio de um experimento piloto. O estudo contribui para o preenchimento de lacunas curriculares na Computação Teórica e para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras na Educação em Computação.*

**Abstract.** *This work proposes an approach based on active learning methodologies to introduce Automata Theory to 9th-grade students in Basic Education. The proposal arises due to the limited presence of Theoretical Computer Science at this educational level. Its goal is to engage students and foster problem-solving skills, aligning with the competencies outlined in the Brazilian National Common Curricular Base. The proposal consists of a structured didactic sequence, currently under development, which will later be evaluated by experts and validated through a pilot experiment. This study contributes to addressing curricular gaps in Theoretical Computer Science and to the development of innovative pedagogical practices in Computer Science Education.*

## 1. Introdução

Em um mundo cada vez mais conectado, os estudantes de hoje precisam desenvolver habilidades que os capacitem a atuar em um cenário profissional dinâmico e em constante evolução. Apesar da ampla presença da tecnologia no cotidiano, a maioria das pessoas não dispõe de competências computacionais suficientes para desenvolver soluções próprias ou enfrentar problemas cotidianos. Por isso, é fundamental que os estudantes tenham contato com essas competências ainda na Educação Básica, e não apenas no Ensino Superior [Barr e Stephenson 2011]. Na última década, países como Israel, Estados Unidos, Finlândia e Inglaterra [Gal-Ezer e Stephenson 2014, Seehorn et al. 2011, EDUFI 2022, GOV.UK 2022] adotaram diferentes estratégias para integrar a Ciência da Computação à Educação Básica, em geral tornando obrigatórios ao menos conceitos fundamentais.

No Brasil, antes de 2022, não havia um padrão nacional para definir as competências em Ciência da Computação nas escolas, o que levou a uma implementação

desigual: escolas com mais recursos incluíram a Computação em seus currículos, enquanto outras, sobretudo as públicas, ficaram sem iniciativas e infraestrutura [Ribeiro et al. 2023]. Para enfrentar essa situação, o Conselho Nacional de Educação instituiu, em 2022, a obrigatoriedade da Ciência da Computação como parte da Educação Básica, complementando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2022]. A política foi elaborada a partir de diretrizes formuladas por cientistas e educadores de todo o país, com apoio da Sociedade Brasileira de Computação, e define competências para todos os níveis escolares. Com sua aprovação, os desafios restantes estão relacionados à formação de professores, à elaboração de materiais didáticos adequados e à adoção de práticas pedagógicas eficazes.

Quanto aos tópicos incluídos na Educação Básica, um estudo comparou os currículos de Ciência da Computação de dez países que já introduziram o componente curricular nesse nível de ensino [Oda et al. 2021]. Os resultados apontam que, na maioria dos países, os currículos do Ensino Fundamental introduzem conceitos como algoritmos, desenvolvimento de programas e aspectos do impacto da Computação (por exemplo, segurança, legislação e ética), geralmente associados à criação de artefatos computacionais. Conforme os estudantes progredem nos diferentes níveis escolares, os currículos passam a introduzir gradualmente conceitos adicionais, incluindo redes e cibersegurança, bem como fundamentos de programação, incluindo variáveis e estruturas de controle. Apesar de representarem avanços significativos, essas tendências deixam sub-representada áreas fundamentais, como a Computação Teórica (incluindo expressões regulares, linguagens formais e autômatos) [Silva et al. 2024a], que também são relevantes para o desenvolvimento de competências do século XXI, como abstração, resolução de problemas e raciocínio lógico.

Abordar conteúdos como autômatos na Educação Básica é desafiador, dado que se trata de um tema abstrato, com elevados índices de reprovação até mesmo entre estudantes de graduação. Apesar de sua relevância na área da Computação, a disciplina de Linguagens Formais e Autômatos é frequentemente considerada maçante, abstrata e pouco relacionada à prática profissional [Ramos 2009]. Nesse contexto, recomenda-se renovar o ensino por meio de abordagens pedagógicas mais motivadoras, interativas e contextualizadas, de modo a favorecer o engajamento e a retenção dos estudantes [Ramos 2009].

Para promover o desenvolvimento efetivo da aprendizagem, pode-se recorrer a metodologias ativas. Enquanto os métodos tradicionais se concentram na transmissão de informação e no papel central do professor, as metodologias ativas estimulam a aprendizagem autônoma e a construção colaborativa do conhecimento, com o professor atuando como facilitador. Estudantes que se percebem como autônomos em suas interações escolares tendem a apresentar resultados positivos em termos de motivação, engajamento, desenvolvimento, desempenho acadêmico e bem-estar psicológico [Reeve 2009].

Dessa forma, este trabalho visa reduzir a lacuna da Computação Teórica na Educação Básica, propondo uma abordagem para introduzir a Teoria dos Autômatos, área fundamental da Computação, alinhada às competências previstas na BNCC, destinada a estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental no Brasil. Essa competência envolve, especificamente, o uso de autômatos para descrever comportamentos de forma abstrata e automatizá-los por meio de uma linguagem de programação orientada a eventos. A fim de investigar formas eficazes de ensinar esse conteúdo, a questão de pesquisa que orienta

este estudo é: como introduzir a Teoria dos Autômatos de maneira motivadora e contextualizada para estudantes do 9º ano da Educação Básica, alinhada às competências da BNCC e apoiada por metodologias ativas?

A proposta apresentada neste trabalho baseia-se em metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) e a Gamificação [Barrows 1996, Kokotsaki et al. 2016, Zeybek e Saygı 2024, Ribeiro e Passos 2020], visando promover o engajamento e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas dos estudantes. Dessa forma, contribui para a formulação de atividades educacionais voltadas à Educação Básica, o que se torna especialmente relevante considerando que a implementação da Ciência da Computação no currículo brasileiro teve início em 2023.

## 2. Metodologia

O trabalho teve início com duas Revisões Sistemáticas da Literatura (RSLs) conduzidas em paralelo, com o objetivo de fundamentar seus aspectos teóricos e curriculares. A primeira concentra-se em pesquisas brasileiras recentes em Educação em Computação, com ênfase em iniciativas que abordam Computação Teórica. A segunda analisa abordagens de aprendizagem ativa, especialmente ABP, ABPj e Gamificação, empregadas no ensino de conceitos de Computação. Ambas as RSLs estão sendo conduzidas de acordo com as diretrizes propostas para RSLs na Engenharia de Software [Kitchenham 2004], que define três fases principais: Planejamento da Revisão, incluindo a identificação da necessidade da revisão e a elaboração de um protocolo; Condução da Revisão, abrangendo a seleção dos estudos, a extração de dados e a síntese; e Relato da Revisão, seguindo as diretrizes PRISMA [Page et al. 2021].

Com base nos resultados das revisões, será desenvolvida uma proposta pedagógica consistindo em uma sequência estruturada de atividades de aprendizagem fundamentadas em metodologias ativas. Essas atividades serão projetadas para alinhar-se às competências definidas na BNCC Computação para o 9º ano do Ensino Fundamental. Para garantir acessibilidade em diferentes contextos escolares, os materiais serão planejados de modo a permitir implementação desplugada. Embora o design seja orientado pelos resultados das RSLs, já foi elaborada uma estrutura inicial que introduz gradualmente os conceitos-chave da Teoria dos Autômatos de forma acessível para o público-alvo [Silva et al. 2024b].

A Teoria dos Autômatos envolve diversos conceitos, como estados, transições, aceitação ou rejeição de uma palavra, entre outros. Assim, considerando o público da proposta, é mais adequado realizar uma introdução gradual desses conceitos. Resnick (2017) defende que atividades devem ser inicialmente projetadas com objetivos e ferramentas simples (*low floor*), permitindo posteriormente a expansão para incluir conceitos mais complexos (*high ceiling*). A proposta está organizada em etapas, cada uma abordando diferentes modelos de autômatos. Como tradicionalmente ocorre no Ensino Superior, a primeira etapa corresponde aos Autômatos Finitos Determinísticos (AFD), contemplando conceitos como estados (incluindo iniciais e finais), transições (inclusive indefinidas), símbolos de entrada (fita), aceitação ou rejeição de palavras, reconhecimento de linguagens e especificação de autômatos. Etapas subsequentes abordarão conceitos relacionados aos Autômatos Finitos Não-Determinísticos (AFN) e aos Autômatos de Pilha (AP).

Para instanciar as atividades de cada etapa (AFD, AFN e AP), o processo segue

três fases principais: (1) Seleção do Tema; (2) Definição dos Conceitos; e (3) Elaboração da Atividade. Na fase (1), define-se um tema que envolva o público-alvo e seja contextualizado de modo a estimular o interesse e a participação dos estudantes. Essa narrativa ou cenário serve como base para estruturar a experiência de aprendizagem e integrar os conceitos de autômatos a serem trabalhados, além de orientar a derivação dos problemas apresentados nas abordagens ativas. A fase (2) consiste na identificação dos conceitos centrais que a etapa pretende introduzir, alinhados às competências específicas definidas pelas diretrizes curriculares. No caso da BNCC, a competência relacionada a autômatos envolve descrever comportamentos de forma abstrata usando autômatos e automatizá-los por meio de uma linguagem de programação orientada a eventos [Brasil 2022].

Cada etapa (AFD, AFN e AP) pode incluir uma ou mais atividades. Para garantir alinhamento aos princípios da aprendizagem ativa, a fase (3) do processo consiste em estruturá-las conforme a metodologia escolhida. No caso da ABP, por exemplo, Kim, Belland, e Axelrod (2011) descrevem quatro etapas gerais: (a) definição dos problemas; (b) identificação das informações necessárias para resolvê-los; (c) busca, avaliação e uso dessas informações como evidência; (d) elaboração de um argumento que sustente a solução. Essas três fases orientam o design das atividades de cada etapa, garantindo que o contexto narrativo (fase 1) e os conceitos (fase 2) sejam traduzidos em situações de resolução de problemas significativas e cognitivamente adequadas (fase 3).

Já no caso da Gamificação, pretende-se integrar elementos típicos de jogos, como pontuação, emblemas e desafios progressivos, às atividades relacionadas a autômatos. Por exemplo, cada etapa concluída pelos estudantes poderá gerar recompensas simbólicas, como medalhas ou cartões colecionáveis, incentivando a progressão no aprendizado. Além disso, a proposta utilizará narrativas temáticas para situar os estudantes em contextos que deem sentido às tarefas, aumentando a motivação. Dessa forma, as tarefas são elaboradas para abordar conceitos relacionados a autômatos, promovendo simultaneamente a aprendizagem ativa.

Como exemplo de uma das tarefas de uma atividade planejada, os alunos assumem o papel de cientistas engajados em uma missão de defesa cibernética. Na tarefa 1 desta atividade, que tem como objetivo identificar o estado final de um autômato, apresenta-se a seguinte narrativa: *“O grupo de cientistas interceptou uma fita de comandos enviada por um intruso. Eles devem determinar onde o sistema de defesa parou após processá-la.”* Nessa tarefa, os alunos recebem uma fita de entrada completa e um autômato. Antes de executar a fita, são desafiados a prever o estado final e, em seguida, simulam a execução passo a passo para verificar suas hipóteses. Os conceitos abordados incluem estados, estado final e transições.

Os materiais necessários para as atividades, incluindo recursos visuais e manipuláveis, serão produzidos em um Laboratório Maker (LabMaker)<sup>1</sup>, localizado no município de Pelotas, no Rio Grande do Sul, utilizando recursos como impressora 3D e cortadora a laser. Essa abordagem possibilita a criação de artefatos educacionais concretos, atrativos e reutilizáveis, que favorecem a aprendizagem por meio da interação prática. Após o design inicial, a proposta será submetida à uma avaliação por especialistas – pesquisadores com experiência em Educação em Computação e professores da Educação

<sup>1</sup>Disponível em: <https://labmaker.xyz/>.

Básica –, cujo feedback servirá para aprimorar os materiais e as estratégias de ensino.

Em seguida, será realizada uma implementação piloto em uma turma de 9º ano de uma escola pública, seguindo um plano de aula estruturado. Nessa fase, serão obtidos dados por meio de observações em sala de aula, análise dos artefatos produzidos pelos estudantes e aplicação de questionários e entrevistas. A análise qualitativa buscará avaliar a viabilidade da proposta, o engajamento dos estudantes e seu impacto educacional, examinando padrões de participação, compreensão dos conceitos-chave e desafios práticos da implementação. Por fim, com base nos resultados do estudo piloto, a proposta será refinada e consolidada. A versão final incluirá documentação e diretrizes para possibilitar sua replicação ou adaptação em outras escolas, especialmente naquelas com acesso limitado a recursos tecnológicos.

## 2.1. Cronograma

As etapas metodológicas previstas estão distribuídas da seguinte forma:

1. Finalização das RSLs.
2. Desenvolvimento da sequência didática.
3. Avaliação por especialistas.
4. Adaptações na sequência com base na avaliação dos especialistas.
5. Condução do experimento piloto.
6. Análise dos resultados coletados.
7. Adaptações na sequência com base no experimento piloto.

**Tabela 1. Distribuição das atividades do trabalho.**

2025						2026				
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.
1	X	X	X							
2		X	X	X						
3				X	X					
4						X	X			
5								X		
6									X	
7										X

## 3. Resultados Esperados

Espera-se que esta pesquisa resulte em uma sequência didática completa, fundamentada em metodologias ativas, acompanhada de materiais educacionais e orientações para a introdução de conceitos de autômatos no 9º ano. O resultado também incluirá uma especificação pedagógica replicável e adaptável a diferentes contextos escolares, especialmente aqueles com recursos limitados, em formato desplugado. Além disso, serão geradas evidências empíricas sobre a viabilidade e o potencial educacional da proposta, a partir de dados coletados em um estudo piloto centrado no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, o trabalho busca oferecer contribuições teóricas e práticas para a área de Educação em Computação, ao integrar conteúdos de Computação Teórica com competências previstas na BNCC e metodologias de aprendizagem ativa.

Como desafios previstos relacionados à implementação da proposta, destacam-se a necessidade de adaptar a linguagem formal da Teoria dos Autômatos ao nível de abstração dos estudantes do 9º ano e a limitação da formação docente específica nesse tema. Como estratégias de mitigação, propõe-se o uso de analogias acessíveis, materiais manipuláveis e a elaboração de guias pedagógicos que ofereçam suporte direto ao professor. Essas medidas visam garantir que a proposta seja aplicável em diferentes realidades escolares, inclusive em contextos com restrições tecnológicas.

## Referências

- Barr, V. e Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: what is Involved and what is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM inroads*, 2(1):48–54.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68):3–12.
- Brasil (2022). Computação: Complemento à BNCC. Available at: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecerceceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Accessed: 9 Jun 2025.
- EDUFI (2022). National Core Curriculum for Basic Education. Available at: <https://www.opf.fi/en/education-and-qualifications/national-core-curriculum-basic-education>. Accessed: 9 Jun 2025.
- Gal-Ezer, J. e Stephenson, C. (2014). A Tale of Two Countries: Successes and Challenges in K-12 Computer Science Education in Israel and the United States. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2):1–18.
- GOV.UK (2022). National Curriculum. Available at: <https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum>. Accessed: 9 Jun 2025.
- Kim, N. J., Belland, B. R., e Axelrod, D. (2019). Scaffolding for Optimal Challenge in K–12 Problem-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(1):3.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004):1–26.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., e Wiggins, A. (2016). Project-Based Learning: A Review of the Literature. *Improving Schools*, 19(3):267–277.
- Oda, M., Noborimoto, Y., e Horita, T. (2021). International Trends in K-12 Computer Science Curricula through Comparative Analysis: Implications for the Primary Curricula. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 4(4):n4.
- Page, M. J. et al. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *Bmj*, 372.
- Ramos, M. V. M. (2009). Ensino de Linguagens Formais e Autômatos em Cursos Superiores de Computação. *Revista de Computação e Tecnologia (ReCeT)*, 1(1):22–34.

- Reeve, J. (2009). Why Teachers Adopt a Controlling Motivating Style Toward Students and how they can Become more Autonomy Supportive. *Educational Psychologist*, 44(3):159–175.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT press.
- Ribeiro, L., Foss, L., Cavalheiro, S. A. C., Cruz, M. E. J. K., e França, R. S. (2023). The brazilian school computing standard. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, pages 53–58.
- Ribeiro, M. I. C. e Passos, O. M. (2020). A Study on the Active Methodologies Applied to Teaching and Learning Process in the Computing Area. *Ieee Access*, 8:219083–219097.
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O’Grady-Cunniff, D., Owens, B. B., Stephenson, C., e Verno, A. (2011). *CSTA K–12 Computer Science Standards: Revised 2011*. ACM.
- Silva, J. V., Cavalheiro, S. A. C., e Foss, L. (2024a). Automata Theory in Computing Education: A Systematic Review. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 301–313.
- Silva, J. V., da Silva Junior, B. A., Cavalheiro, S. A. C., e Foss, L. (2024b). Exploring Automata Theory with an Educational Activity Using Graph Grammar for K-12 Education. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 329–342, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Zeybek, N. e Saygı, E. (2024). Gamification in Education: Why, Where, When, and How? — A Systematic Review. *Games and Culture*, 19(2):237–264.