

# CAT (Custom Assessment Tool): Assistindo Professores na Avaliação da Aprendizagem do Pensamento Computacional

Eder Jacques Porfírio Farias, Windson Viana de Carvalho, Alysson Diniz dos Santos, Jacqueline

Ramos Macedo Antunes de Souza

eder\_porfirio@uvanet.br, windson@great.ufc.br, alysson@virtual.ufc.br, jacquelinramos@ufc.br

Universidade Federal do Ceará (UFC)

## RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de tese de doutorado que tem como objetivo principal o desenvolvimento e avaliação de uma plataforma para assistir professores do ensino médio na montagem de roteiros de avaliação da aprendizagem do Pensamento Computacional (PC). O instrumento de avaliação disponibilizado pela ferramenta será suficientemente abrangente para ser utilizado pelos professores durante a avaliação, propondo a realização de avaliações em três níveis (Diagnóstica, Formativa e Somativa). A ideia é que o instrumento gerado aborde as quatro dimensões do PC e será construído seguindo a abordagem proposta por Stufflebeam (1960) conhecida como CIPP (*Context, Input, Process, Product*). Pretendemos avaliar se a utilização dessa plataforma, pode fazer com que os professores sejam capazes entender e realizar a avaliação da aprendizagem do PC de forma adequada e abrangente. Esperamos que o desenvolvimento desse trabalho possa contribuir de forma decisiva na maneira de como os professores realizam a avaliação das habilidades que compõem o PC, ajudando assim, a consolidá-lo como uma competência essencial a ser desenvolvida pelo cidadão contemporâneo.

## CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

## PALAVRAS-CHAVE

Educação de computação, Pensamento Computacional, Avaliação da Aprendizagem

## 1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O pensamento computacional (PC) é entendido como uma abordagem prática na resolução de problemas, habilidade de projetar sistemas e entender a relação entre o pensamento humano e os conceitos que fundamentam a Ciência da Computação [12, 17]. Neste contexto, ensinar PC para estudantes de todas as faixas etárias se apresenta como uma estratégia interessante para a formação, podendo melhorar a capacidade dos estudantes de reconhecer, analisar, compreender e solucionar problemas.

Além disso, o PC é percebido por muitos como um termo amigável [11], bem diferente dos ameaçadores: “construção e análise de

algoritmos”, “lógica de programação”, “estrutura de dados”, entre outros. Tendo se tornado muito importante na aproximação entre a ciência da computação e os professores dos ensinos fundamental e médio, possibilitando a criação e a manutenção de projetos de ensino de computação dentro das escolas. Com isso, o PC vem diminuindo as barreiras para a programação de computadores, pois dentre vários outros aspectos, ajudou no surgimento de linguagens de programação visuais, em que o foco está na resolução de problemas e não na sintaxe da linguagem.

Entendemos também, que o ensino do PC pode também ajudar a diminuir as elevadas taxas de desistência nos semestres iniciais dos cursos de ciência da computação [15]. Visto que, alguns pesquisadores que já abordaram o tema, atribuem tal cenário ao foco excessivo na sintaxe das linguagens de programação [3] e ao uso de materiais didáticos pouco interessantes [7].

Alargando ainda mais essa visão, podemos perceber facilmente que a computação é uma ciência que está presente em praticamente todas as áreas, e que o uso dos seus conceitos, métodos e ferramentas podem transformar o comportamento de muitas disciplinas, profissões e setores [17]. Os benefícios educacionais de ser capaz de “pensar computacionalmente” podem melhorar e reforçar habilidades intelectuais e, portanto, podem, e devem ser transferidos para qualquer domínio. Nesse sentido, o PC também pode ser aplicado na resolução de problemas nas mais diversas áreas [6]. Dessa forma, o PC é uma alternativa bastante promissora para desenvolver características, que a priori são de domínio do cientista da computação, em profissionais de outras áreas do conhecimento.

O entendimento do PC como um termo mais amplo, foi importante para a sua popularização e sucesso. Contudo, trouxe arbitrariedades na definição de como os seus processos de ensino e de aprendizagem devem ser avaliados, acrescentando uma camada de complexidade na avaliação dessa competência, tornando essa tarefa ainda mais desafiadora [11].

Considerando o fato que a avaliação do PC ainda é encarada como uma tarefa complexa e realizada na maioria das vezes sem base metodológica [4], o objetivo principal da tese é o desenvolvimento e análise de uma plataforma que montará automaticamente um roteiro de avaliação da aprendizagem do PC. A avaliação será feita por meio da abordagem proposta por Stufflebeam (1960) conhecida como CIPP (contexto, input, processo, produto) [13]. Dessa forma, serão consideradas características de **Contexto** (e.g., etapa do ensino formal em que vai ocorrer a avaliação), **Entradas** (e.g., faixa etária dos estudantes e quantidades de alunos a serem avaliados) e **Processo** (e.g., plataforma de programação, metodologia de ensino). O **Produto** final (roteiro) irá indicar que tipo de avaliação o professor deverá realizar, explicitando categoria, periodicidade, recurso e ferramentas que devem ser utilizadas na execução da

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp'22, Abril 24-29, 2022, Feira de Santana, Bahia, Brasil (On-line)

© 2022 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

avaliação proposta. A plataforma deverá propor um instrumento de avaliação suficientemente abrangente para ser utilizado por professores durante a avaliação em três níveis (Diagnóstica, Formativa e Somativa), abordando as quatro dimensões do PC (algoritmo, abstração, decomposição e reconhecimento de padrões) [2].

Espera-se que a disponibilização desta ferramenta traga um impacto positivo na forma de como os professores farão a avaliação da aprendizagem do PC.

## 1.1 Hipótese

Com a utilização da plataforma de avaliação proposta, espera-se que o professor do ensino médio seja capaz de entender e realizar a avaliação da aprendizagem do PC de forma adequada, tanto no que se diz respeito aos tipos de avaliação (diagnóstica, formativa e somativa), quando no que se refere às habilidades a serem avaliadas (abstração, algoritmo, reconhecimento de padrões e decomposição).

## 1.2 Questões de Pesquisa

A questão de pesquisa central para esta proposta é: A disponibilização de uma plataforma que gere roteiros para a avaliação da aprendizagem do PC pode fazer com que os professores do ensino médio sejam capazes de entender e realizar a avaliação da aprendizagem do PC de forma adequada e abrangente?

As demais questões de pesquisa que norteiam este projeto podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- (1) A utilização da ferramenta é capaz de alterar, de forma mensurável, a maneira como os professores do ensino médio entendem e aplicam a avaliação do PC?
- (2) A utilização da plataforma pode impactar positivamente o conhecimento que os professores do ensino médio tem sobre o PC?
- (3) O interesse, a confiança e a motivação dos professores e estudantes em conhecer mais sobre o PC são modificadas após o uso da nova abordagem de avaliação proposta?
- (4) A utilização da abordagem de avaliação proposta é capaz de aprimorar o conhecimento dos estudantes sobre o PC?

## 2 METODOLOGIA

A condução deste projeto de doutorado está dividida em cinco etapas, conforme ilustrado na Figura 1. Cada uma dessas etapas possui um desenho metodológico qualitativo de forma a oferecer uma melhor especificação e evolução no desenvolvimento da solução proposta.

### 2.1 ETAPA 1 - Construção do Conhecimento e Estudos Iniciais

Realizada no ano de 2019, nesta etapa foram cursadas as disciplinas que forneceram embasamento teórico para o desenvolvimento do projeto, em paralelo, foram analisados diversos trabalhos e sistemas computacionais que transversalizam as temáticas de tecnologias educacionais e pensamento computacional. Este estudo foi realizado com o propósito de identificar desafios e perspectivas, ampliando assim o debate a respeito da temática, subsidiando reflexões sobre os oportunidades, limites e as particularidades da área.

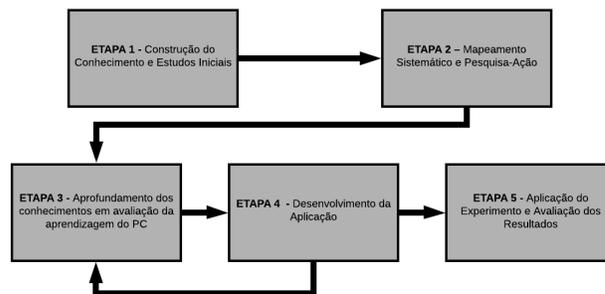


Figura 1: Etapas da condução do projeto

### 2.2 ETAPA 2 – Mapeamento Sistemático da Literatura e Pesquisa-Ação

Esta fase do projeto foi realizada durante o ano de 2020. Neste período, foram realizadas duas tarefas principais: uma pesquisa-ação sobre ensino de PC com programação em blocos e um mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre abordagens similares.

- (1) **Pesquisa-Ação:** neste trabalho, foi proposta uma abordagem de ensino de Pensamento Computacional que mescla o uso de *Computational Action* [14] e *Design Thinking* [1]. A abordagem foi avaliada em um curso ministrado para alunos de primeiro semestre de Ciência da Computação. Ao final, cada um dos estudantes desenvolveu um aplicativo para *smartphone*. A avaliação desta pesquisa indica que os estudantes apresentaram um visível aumento no conhecimento a respeito do PC e na motivação em aprender mais sobre o assunto. Os resultados foram apresentados no artigo intitulado de Pensamento Computacional e a Ação Computacional por Ensino Remoto: Um relato de experiência de uso do AppInventor em meio a pandemia de COVID-19 [5], publicado no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE de 2020, na trilha de pensamento computacional.
- (2) **Mapeamento Sistemático da Literatura:** com o objetivo obter uma visão holística da área e identificar possíveis oportunidades, foi realizado um MSL. O mapeamento teve como análise central o uso de programação em blocos no ensino do PC. O MSL revelou, em especial: quais etapas da educação formal os estudos são mais aplicados; quais são as ferramentas mais usadas para o ensino de PC neste contexto; quais os tipos de avaliação da aprendizagem adotados; e em quais países esse tipo de estudo se concentram. Os resultados deste estudo foram apresentados no artigo Programação em Blocos Aplicada no Ensino do Pensamento Computacional: Um Mapeamento Sistemático [4], publicado no SBIE de 2020, na trilha de pensamento computacional.

### 2.3 ETAPA 3 - Aprofundamento dos conhecimentos em avaliação da aprendizagem do PC

Essa etapa foi iniciada em 2021 e a sua realização tem como principal objetivo descobrir desafios e oportunidades de pesquisa na avaliação

da aprendizagem do PC. Esta etapa é constituída das seguintes atividades:

- (1) Reanálise dos trabalhos selecionados no MSL descrito na subseção 2.2, com foco desta vez na avaliação da aprendizagem do PC;
- (2) Aplicação de um *survey* com o questionário sendo submetido aos autores dos artigos que foram investigados em [4].
- (3) Análise da bibliográfica adicional de trabalhos que utilizavam aplicações específicas para realizar a avaliação da aprendizagem do pensamento computacional;
- (4) Análise de funcionamento das principais ferramentas de avaliação do pensamento computacional. A escolha das ferramentas a serem analisadas foi feita com base na frequência que cada uma delas foi citada no mapeamento, *survey* e análise bibliográfica;

Os resultados desta fase estão sendo descritos em artigo que será submetido ao Journal Informatics in Education, intitulado de *Insights, challenges and opportunities in Computational Thinking assessment*.

## 2.4 ETAPA 4 - Desenvolvimento da Aplicação

Esta fase do projeto teve início em agosto de 2021 e a previsão para ser concluída é julho de 2022. Sua execução foi dividida em cinco atividades:

- (1) **Definição de Tecnologias para Desenvolvimento:** Com base nas pesquisas realizadas foi definida a arquitetura e tecnologia que serão usadas para o desenvolvimento da plataforma;
- (2) **Curva de Aprendizagem:** Uma vez definidas as arquiteturas e tecnologias de desenvolvimento, fez-se necessário um estudo específico das mesmas, para que fosse possível a realização do desenvolvimento de forma plena;
- (3) **Criação de Protótipo:** Foi definida a identidade visual e o fluxo do funcionamento da ferramenta, depois disso foi produzido um protótipo. A identidade visual da plataforma proposta está apresentada na figura 2;
- (4) **Definição do Tipo do Roteiro:** Nesta atividade definiremos o modelo do roteiro que será apresentado para o professor;
- (5) **Criação do dataset:** Espera-se criar um dataset consistente de quais são as melhores formas de realizar a avaliação do Pensamento Computacional, através dos dados levantados nas etapas descritas em 2.2 e 2.3;
- (6) **Heurística para a montagem dos roteiros da avaliação do PC:** A ideia central desta atividade é realizar a definição da lógica para a montagem automatizada dos roteiros de avaliação da aprendizagem do PC. A perspectiva inicial é que será possível usar alguma técnica de *Machine Learning* (ML), tendo *dataset* o conjunto de informações levantadas;
- (7) **Desenvolvimento do MVP:** nesta atividade será desenvolvido o produto mínimo viável (MVP, do inglês *Minimum Viable Product*). O objetivo é que as principais funcionalidades da ferramenta possam ser desenvolvidas nessa versão, já sendo suficiente para aplicação do experimento.

Até o momento da redação deste documento, foram executadas as 3 primeiras atividades desta etapa do projeto.

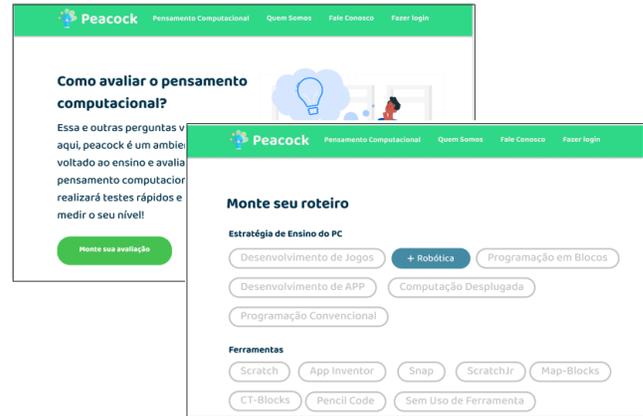


Figura 2: Protótipo da Ferramenta de Avaliação do PC

## 2.5 ETAPA 5 - Aplicação Avaliação dos Resultados

Depois da conclusão do desenvolvimento da ferramenta, será necessária a condução da avaliação da plataforma para que possamos validar cientificamente a sua eficácia. Buscaremos aqui, além de apenas analisar os dados, buscar as suas causas e explicações. Espera-se que, após a finalização dos experimentos e a análise dos resultados, a hipótese deste trabalho seja validade e que todas as questões de pesquisa sejam devidamente respondidas.

A avaliação do trabalho utilizará os conceitos do *Design Science Research* [10] e será dividida em três etapas. Na primeira será realizada a avaliação do artefato, nesta etapa avaliaremos a usabilidade e a experiência do usuário. Na segunda etapa, um experimento será realizado junto aos professores e estudantes que estão participando do projeto *Programa\_CE* do governo do estado do Ceará, respeitando todas as técnicas de definição de amostra e grupo de controle. Por fim, será realizado um estudo de caso com um conjunto pequeno de professores do ensino médio para analisar, ao longo de um semestre, qual o impacto da ferramenta nas avaliações planejadas para a turma.

Desse modo, pretende-se avaliar como a ferramenta contribuirá para a avaliação do PC a partir da geração automatizada dos roteiros, verificando os impactos gerados a partir do seu uso.

## 3 CRONOGRAMA

As etapas descritas na seção 2 serão (ou foram) realizadas obedecendo o cronograma apresenta na tabela 1.

Tabela 1: Cronograma

	2019	2020	2021.2	2021.2	2022.1	2022.2
Etapa 1	X					
Etapa 2		X				
Etapa 3			X	X		
Etapa 4				X	X	
Etapa 5						X

## 4 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

Entendemos a avaliação como instrumento de aprimoramento do processo ensino-aprendizagem, e, como a avaliação da aprendizagem do PC ainda é um ponto onde há muito o que explorar, esperamos que os este trabalho possa, contribuir também para a solidificação da área.

A plataforma vai fornecer para o professor do ensino médio:

- (1) Um guia prático e simples para que ele possa realizar a avaliação da aprendizagem do PC de seus alunos forma assistiva;
- (2) Um conjunto de referenciais, indicando a forma que outros autores e professores aplicaram as avaliações;
- (3) Indicação de métodos e ferramentas que possam ser aplicadas na avaliação do PC, para cada situação apresentada pelo professor.

Esperamos que a utilização da plataforma possa contribuir de maneira decisiva na forma de como os professores realizam a avaliação das habilidades que formam essa competência, ajudando assim, a consolidar o PC como uma competência essencial para o cidadão contemporâneo.

### 4.1 Limitações

Até o momento foi possível detectar algumas limitações deste projeto de pesquisa:

- (1) O experimento será aplicado apenas no ensino médio, esse fato pode trazer algum viés as análises, uma vez que a plataforma pretende atender ao público de todas as faixas etárias;
- (2) Para a montagem dos roteiros, serão considerados, a priori, apenas três tipos básicos de avaliação (diagnóstica, formativa e somativa) e quatro habilidades que formam o PC (abstração, algoritmo, decomposição e reconhecimento de padrões);

## 5 TRABALHOS RELACIONADOS

Os autores de [9] realizaram uma revisão integrativa da literatura sobre a avaliação de PC. Esse trabalho foi dividido em duas fases. Primeiro os autores conduziram uma análise crítica dos estudos de avaliação do PC existentes, como resultados conseguiram detectar que os itens de avaliação e as entrevistas são os métodos mais comuns de avaliação do PC em séries elementares e que, as avaliações de PC existentes concentram-se principalmente nos artefatos computacionais dos alunos e no desempenho em testes de PC. Na fase dois realizaram um levantamento da literatura na área de compreensão dos processos cognitivos por meio do rastreamento ocular e metodologias de pensar em voz alta. Com base nas descobertas, os autores propuseram adicionar às avaliações o rastreamento ocular combinado à técnica de pensar em voz alta pode fornecer novos *insights* sobre a aprendizagem de PC pelos alunos.

Em [16] os autores apresentam um aplicativo web chamado CodeMaster, que permite avaliar e classificar automaticamente projetos programados com App Inventor e Snap!. O aplicativo usa uma rubrica que mede o pensamento computacional com base em uma análise estática de código. Podendo ser utilizado tanto por alunos e professores Os alunos podem usar a ferramenta para obter *feedback* rápido e os professores para avaliar turmas inteiras.

Já em [8], o autor apresenta uma proposta de pesquisa que visa propor uma plataforma de *feedback* eficaz para softwares desenvolvidos em escolas primárias usando a linguagem Scratch. O autor faz uma reflexão a respeito das ferramentas de *feedback* automático com três perguntas. Que tipo de *feedback* sobre os programas Scratch pode ser dado e é eficaz para crianças do ensino fundamental? Que competências e conhecimentos em termos de conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento pedagógico do conteúdo os professores precisam para dar um *feedback* eficaz? Até que ponto as ferramentas de análise automatizadas podem ajudar os professores a fornecer *feedback* eficaz?

## REFERÊNCIAS

- [1] Gavin Ambrose and Paul Harris. 2016. *Design thinking: Coleção design básico*. Bookman Editora.
- [2] Valerie Barr and Chris Stephenson. 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.
- [3] Rafael Castoldi and Celso Aparecido Polinarski. 2009. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia* 684.
- [4] Lucas de Lima Sousa, Eder Jacques Farias, and Windson Viana de Carvalho. 2020. Programação em Blocos Aplicada no Ensino do Pensamento Computacional: Um Mapeamento Sistemático. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 1513–1522.
- [5] Eder Jacques Farias, Windson Viana de Carvalho, Maria Elisa Gomes de Matos, George Rodrigues, Jerry Macedo Castro, and Alysso Diniz dos Santos. 2020. Pensamento Computacional e a Ação Computacional por Ensino Remoto: Um relato de experiência de uso do AppInventor em meio a pandemia de COVID-19. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 1523–1532.
- [6] Rozelma França and Patrícia Tedesco. 2017. Pensamento computacional sob a perspectiva de licenciandos em computação. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, Vol. 23. 795–804.
- [7] Anabela Jesus Gomes and António José Mendes. 2015. À procura de um contexto para apoiar a aprendizagem inicial de programação. *Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X* 8, 1, 13–27.
- [8] Luisa Greifenstein. 2021. Effective Feedback on Elementary School Scratch Programs. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research*. 417–418.
- [9] Ruohan Liu, Feiya Luo, and Maya Israel. 2021. What Do We Know about Assessing Computational Thinking? A New Methodological Perspective from the Literature. In *Proceedings of the 26th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1*. 269–275.
- [10] Mariano Pimentel, Denise Filippo, and Flávia Maria Santoro. 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.
- [11] Marcos Román-González, Jesús Moreno-León, and Gregorio Robles. 2019. Combining assessment tools for a comprehensive evaluation of computational thinking interventions. In *Computational thinking education*. Springer, Singapore, 79–98.
- [12] Marcos Román-González, Juan-Carlos Pérez-González, and Carmen Jiménez-Fernández. 2017. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior* 72, 678–691.
- [13] Daniel L Stufflebeam. 1983. The CIPP model for program evaluation. In *Evaluation models*. Springer, 117–141.
- [14] Mike Tissenbaum, Josh Sheldon, and Hal Abelson. 2019. From computational thinking to computational action. *Commun. ACM* 62, 3, 34–36.
- [15] Arto Vihavainen, Matti Paksula, and Matti Luukkainen. 2011. Extreme apprenticeship method in teaching programming for beginners. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*. 93–98.
- [16] Christiane Gresse Von Wangenheim, Jean CR Hauck, Matheus Faustino Demetrio, Rafael Pelle, Nathalia da Cruz Alves, Heliziane Barbosa, and Luiz Felipe Azevedo. 2018. CodeMaster—Automatic Assessment and Grading of App Inventor and Snap! Programs. *Informatics in Education* 17, 1, 117–150.
- [17] Jeannette M Wing and Dan Stanzione. 2016. Progress in computational thinking, and expanding the HPC community. *Commun. ACM* 59, 7, 10–11.