

Coleta de Evidências do Exercício do Pensamento Computacional no Ensino Superior em Computação: um artefato de apoio

Carolina Moreira Oliveira
carolmoliveiraa@gmail.com
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Brasil

Roberto Pereira
rpereira@inf.ufpr.br
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Brasil

RESUMO

O Pensamento Computacional é definido como um processo de pensamento envolvido desde a formulação do problema até a sua representação. Pensar computacionalmente envolve um conjunto de habilidades cognitivas que ainda são difíceis de verificar, mensurar ou avaliar. Diante disso, propomos um artefato para apoiar docentes a verificar o exercício do Pensamento Computacional por meio da coleta de evidências. O artefato é composto por: (i) um conjunto de habilidades e definições; (ii) um conjunto de evidências a serem analisadas; e (iii) uma escala simplificada para mensurar as evidências a serem coletadas. Sete docentes utilizaram o artefato para analisar 83 soluções desenvolvidas por 25 estudantes de graduação em Computação. Considerando a utilidade percebida, facilidade e intenção de uso, os participantes reconheceram o artefato como um instrumento que ajuda a estruturar a análise de maneira mais ampla e abrangente, reduzindo as chances de que evidências relevantes sejam negligenciadas.

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → **Computational thinking**; Computing education.

PALAVRAS-CHAVE

Pensamento Computacional, Avaliação do Pensamento Computacional, Educação de computação

1 INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional é definido como um processo de pensamento envolvido na formulação de problemas e suas soluções, que considera como as soluções são representadas para serem efetivamente executadas por um agente de processamento de informações [9, 21]. Considerado uma habilidade humana, ele envolve um conjunto de habilidades mentais e cognitivas desenvolvidas pelo estudo e a prática da Computação. Mesmo que o Pensamento Computacional esteja associado à maneira de pensar que é típica da Computação, essa habilidade deve ser exercitada por todos, independente do campo, e pode ajudar no ensino e aprendizagem nas mais diferentes áreas e inclui uma variedade de ferramentas mentais que refletem a amplitude da Computação [6].

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'23, Abril 24-29, 2023, Recife, Pernambuco, Brasil (On-line)

© 2023 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Pensar computacionalmente envolve visualizar um problema em diferentes níveis, e identificar estratégias para reformulá-lo em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas – refletindo, por exemplo, na solução de maneira lógica, algorítmica, abstrata, recursiva, e paralela. Essa abordagem inclui explorar diferentes aspectos do problema, considerando a sua complexidade e projetando soluções com os recursos disponíveis [20]. Também inclui a capacidade de pensar maneiras diferentes de resolver um problema por meio de uma perspectiva computacional, enfatizando a ideia do que é computável e como a Computação funciona. Para Agbo et al. [2], o Pensamento Computacional é uma abordagem fundamental para entender, abstrair e modelar problemas com a intenção de produzir soluções, e envolve mais do que fornecer instruções para o computador por meio de uma linguagem de programação.

Na literatura não existe um consenso sobre a definição e as habilidades do Pensamento Computacional. A falta do consenso resulta em divergências sobre como e quando o Pensamento Computacional deve ser integrado aos currículos educacionais, e sobre formas de avaliar o desenvolvimento dessas habilidades [15]. França e Silva [5] afirmam que a dificuldade de evidenciar o desenvolvimento do Pensamento Computacional ocorre do fato de ser uma habilidade cognitiva não observável, subjetiva e imprecisa. O estudo realizado por França e Silva [5] resultou na identificação de um conjunto de critérios pragmáticos que podem ser utilizados para evidenciar as habilidades do Pensamento Computacional.

Além da subjetividade dos conceitos envolvidos, avaliar o exercício do Pensamento Computacional se torna ainda mais necessário quando buscamos entender se as ações de ensino realizadas estão produzindo os resultados esperados, e com isso acompanhar o progresso dos estudantes e identificar quando e quais intervenções em sala devem ser realizadas. Saber como avaliar o exercício do Pensamento Computacional é necessário também para docentes e cientistas entenderem se estão atuando de forma adequada para promover o exercício das habilidades esperadas, e com isso ter insumos para verificar se os currículos e métodos estão sendo adequados. Ainda, a avaliação também ajuda a investigar se políticas públicas e recomendações curriculares estão sendo efetivas.

Com o objetivo de avançar nos aspectos avaliativos, propomos um artefato para apoiar a análise do exercício do Pensamento Computacional por meio da coleta de evidências. O objetivo do artefato é apoiar professores e pesquisadores a identificarem evidências do exercício das habilidades do Pensamento Computacional por estudantes em um conjunto de atividades propostas. O artefato fornece o conjunto de habilidades e suas definições, enumera as evidências a serem analisadas e, para mensurar as evidências, fornece uma escala simplificada. O artefato foi disponibilizado a docentes para que o utilizassem para avaliar atividades que tinham como objetivo

exercitar o Pensamento Computacional, realizadas por estudantes do primeiro semestre de uma graduação em Computação. Após a interação, os participantes avaliaram o artefato considerando a utilidade percebida, facilidade e intenção de uso. O resultado da avaliação revelou que o artefato é útil para guiar a análise das soluções e coleta de evidências, fornecendo uma estratégia rigorosa para conduzir a avaliação e reduzir as chances de evidências relevantes serem negligenciadas no processo.

Depois desta introdução, a Seção 2 define o Pensamento Computacional, suas habilidades, e o subconjunto de habilidades que estamos considerando. Na Seção 3, abordamos a avaliação do Pensamento Computacional e trazemos referências de métodos identificados na literatura. A Seção 4 descreve o artefato criado para apoiar a coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional, e a Seção 5 apresenta um experimento realizado para a utilização e avaliação do artefato. Os resultados e discussões estão presentes na Seção 6. Por fim, a Seção 7 expõe as considerações finais.

2 HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A literatura apresenta diferentes habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional que tendem a estar fundamentadas em quatro pilares: (i) Abstração, (ii) Decomposição, (iii) Reconhecimento de padrões e (iv) Algoritmos. A Abstração é o pilar responsável por focar nas partes do problema que são relevantes, enquanto a Decomposição identifica quais partes do problema podem ser divididas em partes menores, mais fáceis de resolver e de gerenciar. O Reconhecimento de padrões identifica as similaridades nos problemas ou soluções para que seja possível replicar ou aperfeiçoar as soluções. O pilar de Algoritmos, por sua vez, compreende a representação da solução por meio de instruções claras e objetivas.

Wing [20] reconhece a Abstração como o cerne do Pensamento Computacional, sendo uma habilidade de alto nível e o processo de pensamento mais importante. Consequentemente, é o processo de abstração que estabelece quais detalhes são importantes e quais podem ser ignorados, e permite identificar qual será a melhor ferramenta a ser utilizada dentre as disponíveis para resolver o problema específico. CSTA e ISTE [7] adicionam que também são habilidades do Pensamento Computacional: (i) entender como expressar as soluções de maneira que ferramentas auxiliam na resolução; (ii) organizar, interpretar e representar os dados; (iii) automatizar as soluções; (iv) identificar, analisar e implementar as soluções buscando a eficiência e a eficácia delas; e (v) generalizar o processo de resolução problemas para todas as áreas de interesse humano.

Barr e Stephenson [3] apresentam que coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização, e simulação são habilidades do Pensamento Computacional. Além disso, essas habilidades incluem outras, como: projetar soluções, testar, depurar, modelar, simular, comunicar (saber utilizar o vocabulário), e explorar. Nesta linha, é possível que ao exercitar o Pensamento Computacional consiga-se desenvolver habilidades interpessoais como confiança, persistência, capacidade de lidar com contratempos, a comunicação e o trabalho em equipe.

O mapeamento sistemático realizado por Oliveira et al. [11] selecionou 94 artigos, e neles identificou 16 habilidades do Pensamento

Computacional explicitamente mencionadas. Compilar o conjunto das habilidades apontadas nos estudos selecionados foi uma tarefa trabalhosa segundo os autores, uma vez que nem todos os artigos mencionam explicitamente quais habilidades foram exercitadas e apenas 39 (41,4%) artigos indicam explicitamente quais as habilidades em que eles focam. Dentre os 39 artigos que relatam as habilidades, a abstração está presente em 31 artigos.

Existem inúmeras pesquisas que investigam o Pensamento Computacional com diferentes faixas etárias e contextos. Ao analisar um conjunto de artigos sobre o tema, Palts e Pedaste [12] encontraram diferentes definições e maneiras de abordar o Pensamento Computacional. Para eles, o grande número de definições e abordagens diferentes revela o problema de que poucos esforços estão sendo dedicados para produzir um entendimento comum sobre as dimensões e habilidades do Pensamento Computacional. Com o objetivo de identificar as habilidades do Pensamento Computacional e as possíveis dimensões, Palts e Pedaste [12] realizaram uma revisão sistemática da literatura e, a partir de 19 artigos selecionados, produziram um agrupamento das dimensões e das habilidades do Pensamento Computacional. São elas:

- Definição do Problema: formulação do problema, abstração, reformulação do problema, decomposição.
- Resolução do Problema: coleta e análise de dados, pensamento algorítmico, paralelização e iterações, automação.
- Análise da solução: generalização, testes, e avaliação.

Palts e Pedaste [12] ainda revelam que não existe um entendimento comum sobre o Pensamento Computacional, suas dimensões e habilidades. Assim, a partir do contexto da disciplina que realizamos o estudo de caso [13], das diretrizes curriculares dos cursos de graduação em Computação [1, 23], e das habilidades encontradas nos mapeamentos sistemáticos da literatura de Oliveira et al. [11] e de Palts e Pedaste [12], selecionamos um conjunto das habilidades do Pensamento Computacional. Escolhemos o mapeamento realizado por Oliveira et al. [11] porque ele apresenta uma visão geral do Pensamento Computacional no ensino superior, e o de Palts e Pedaste [12] porque apresenta uma visão geral de dimensões e habilidades do Pensamento Computacional definidas nos artigos científicos selecionado por eles. O subconjunto de nove habilidades reflete a nossa visão do Pensamento Computacional, e não corresponde a um conjunto definitivo e absoluto. Vemos como um conjunto base que deve ser atualizado de acordo com o contexto em que será aplicado. A Tabela 1 apresenta o conjunto das habilidades selecionadas e suas definições.

3 AVALIAÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Avaliar o Pensamento Computacional está relacionado à compreensão da definição do termo, quais habilidades estão associadas e como elas podem ser desenvolvidas. Para saber como avaliar é necessário estabelecer uma relação mais significativa entre o Pensamento Computacional, suas habilidades e como incorporá-las em práticas educacionais. As avaliações devem ser projetadas para identificar e considerar as relações entre as habilidades, o conhecimento do domínio, os participantes e o contexto. Para França e Silva [5], é difícil avaliar o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional devido à subjetividade dos conceitos envolvidos.

Tabela 1: Habilidades do Pensamento Computacional selecionadas

Habilidade	Definição	Ref
Abstração	Interpretar e entender o problema e a atividade, identificando quais aspectos são relevantes e quais podem ser ignorados.	Palts e Pedaste [12] ACM e IEEE [1] Wing [19] Pereira et al. [13]
Decomposição	Identificar quais partes da atividade podem ser divididas em partes menores, mais fáceis de resolver e de gerenciar.	Wing [19] Palts e Pedaste [12] Pereira et al. [13]
Reconhecimento de Padrões	Identificar os padrões da atividade, dos dados e da solução, reconhecer as similaridades entre as atividades e soluções para que seja possível reaproveitar ou aperfeiçoar as soluções existentes.	Zorzo et al. [23] Pereira et al. [13]
Coleta e análise dos dados	Identificar como os dados estão ordenados e organizados, e de fazer sentido dos dados coletados.	Palts e Pedaste [12]
Algoritmo	Definir uma sequência ordenada de instruções finitas para a solução de um problema.	Palts e Pedaste [12] Zorzo et al. [23] Pereira et al. [13]
Generalização	Propor uma solução que possa ser utilizada para diferentes quantidades de dados.	Palts e Pedaste [12]
Representação da Solução	Organizar as informações e instruções da solução considerando com quem ou o que irá interpretar ou executar a solução.	Palts e Pedaste [12] Pereira et al. [13]
Simulação e Teste	Simular e testar a solução para a entrada de dados com o objetivo de identificar falhas e espaço para melhorias.	Palts e Pedaste [12] Wing [19]
Otimização	Corrigir, refinar e otimizar a solução existente.	Zorzo et al. [23] Pereira et al. [13]

A natureza das atividades e onde/como elas serão realizadas precisa estar diretamente relacionada ao método de coleta de dados e de avaliação. Por exemplo, quando uma iniciativa tem como base metodológica a aprendizagem baseada em projetos, o projeto final produzido será avaliado para verificar o exercício do Pensamento Computacional. O mapeamento sistemático de Oliveira et al. [11] buscou caracterizar as iniciativas que tinham como objetivo exercitar o Pensamento Computacional no ensino superior em Computação, e revela que ainda existe espaço para criar métodos específicos para apoiar a avaliação e mensuração dessas habilidades.

De acordo com Oliveira et al. [11], métodos mais tradicionais de coleta de dados como testes, questionários, análise de projetos, e entrevistas são utilizados frequentemente para avaliar o Pensamento Computacional. Testes e questionários são os dois métodos mais utilizados para medir o Pensamento Computacional e avaliar os efeitos de iniciativas para exercitá-lo. Os testes descritos pelas iniciativas do mapeamento foram realizados no modelo de perguntas e respostas. Esses testes foram utilizados em dois momentos, no início e no final da iniciativa, o que permitiu aos pesquisadores avaliarem a evolução por meio da comparação entre pré e pós-teste. Ainda, testes e questionários foram aplicados para coletar a percepção dos estudantes sobre as iniciativas, fornecendo subsídios para que os pesquisadores evoluíssem suas iniciativas.

Além dos métodos tradicionais de coleta de dados, existem métodos que foram desenvolvidos para avaliar e mensurar o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Román-González et al. [16] desenvolveu o *Computational Thinking Test (CTt)*, que avalia os laços, direções, funções condicionais e simples, enquanto Peteranetz et al. [14] desenvolveram um teste com 18 itens para medir as habilidades de Pensamento Computacional, os itens mediram abstração, generalização, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos. Para mensurar o desenvolvimento do Pensamento Computacional, esse teste deve ser aplicado duas vezes, a primeira no início do semestre e a segunda no fim, de modo a verificar o progresso dos estudantes durante o semestre.

Para testar a eficácia da incorporação do Pensamento Computacional no pré-curriculo, Van Dyne e Braun [17] utilizaram o pré-teste e o pós-teste do *Whimbey Analytical Skills Inventory (WASI)*. O teste WASI investiga conceitos lógicos mais profundos, como desenvolvimento de algoritmos, recursão e lógica estruturada. O pré-teste WASI é composto por 38 problemas que testam o raciocínio matemático e lógico de diversas formas, enquanto o pós-teste é composto por 37 problemas de composição semelhante ao pré-teste. Os estudantes não são informados quando os testes serão realizados, mas eles ocorrem no primeiro e no último dia de aula. Durante o semestre, os conteúdos que são cobrados no WASI são ministrados, e diferentes exercícios são realizados.

Embora existam trabalhos na literatura e soluções que visam avaliar o Pensamento Computacional, eles são muito focados em mensurar, por meio de um pré e pós teste, a evolução dos estudantes. Os métodos de avaliação encontrados até então não estavam alinhados com a natureza das atividades que estávamos utilizando e nem com os aspectos que os docentes gostariam de avaliar. Principalmente, porque as avaliações dos docentes não focariam em analisar se um estudante resolveu corretamente ou não, mas sim se ele propôs uma solução que atenda ao que foi pedido no enunciado do desafio. Logo, se fez necessário desenvolvermos uma estratégia nova para verificar as evidências do exercício do Pensamento Computacional. A partir disso, criamos um artefato para apoiar no processo de coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional no conjunto de atividades que utilizamos. O artefato é apresentado na próxima seção.

4 COMPUTACIONALIDADE: ARTEFATO PARA COLETA DE EVIDÊNCIAS DO EXERCÍCIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Computacionalidade é um artefato para apoiar docentes durante o processo de análise e avaliação das soluções de atividades¹ que visam exercitar o Pensamento Computacional, e tem como objetivo fornecer uma estrutura e rigor para a condução das análises. O artefato descreve as habilidades do Pensamento Computacional e sua definição; instruções sobre como e quais evidências coletar; e uma escala para mensurar as evidências do exercício das habilidades. O subconjunto de habilidades selecionadas está presente na Tabela 1. Para cada uma das habilidades, definimos como seria identificada a evidência do seu exercício, e enumeramos pelo menos uma evidência a ser coletada. A descrição de como verificamos as evidências do exercício das habilidades e a enumeração das evidências a serem coletadas pode ser vista na Tabela 2.

Também desenvolvemos uma escala simplificada para verificar os indícios do exercício das habilidades do Pensamento Computacional nas soluções das atividades. A escala foi inspirada na escala utilizada em França e Silva [5]. Cada uma das habilidades exercitadas pelas atividades pode ser mensurada da seguinte forma:

- []: Não se aplica
- 0: Não existe evidência do exercício desta habilidade
- 1: Existe pouca evidência do exercício desta habilidade
- 2: Existe evidência do exercício desta habilidade
- 3: Existem muita evidência do exercício desta habilidade

O artefato foi planejado para avaliar diferentes aspectos que vão além de atingir o resultado final esperado, pois entendemos que o processo de criar uma solução para uma atividade auxilia a exercitar, reforçar, e desenvolver conhecimentos. Esse é um dos principais motivos que o artefato detalha as habilidades e enumera evidências a serem coletadas, chamando a atenção para diferentes aspectos que devem ser observados durante a análise do exercício dessas habilidades. A escala serve para avaliar e mensurar em qual grau está sendo exercitada uma habilidade específica. A enumeração das

evidências e as escalas ajudam a estruturar o processo de avaliação de uma atividade que busca exercitar o Pensamento Computacional.

Para sumarizar e representar o artefato, utilizamos o Google Sheets² como apoio, porém, qualquer outra ferramenta poderia ser utilizada. A escolha pelo Google Sheets se baseou nos recursos existentes, pela familiaridade que as pessoas possuem com os serviços Google, pela facilidade de uso, e por ser uma ferramenta web colaborativa e não necessitar de instalação. O artefato contém uma planilha para apresentar as explicações e uma planilha base para registrar as evidências a serem coletadas. A Figura 1 ilustra como a explicação do artefato foi organizada na planilha. A primeira página da planilha apresenta o conjunto de habilidades selecionadas e as suas definições, a lista de evidências a serem coletadas, e a escala de avaliação (ilustrada na Figura 1.a). A explicação está disponível na primeira planilha do artefato, ao lado das planilhas correspondentes a cada desafio, para estar próxima da utilização, acessível e ser consultada sempre que necessário (Figura 1.b).

O artefato conta com uma planilha base, com todas as evidências que devem ser coletadas para o conjunto de habilidades. Na planilha base, as colunas representam as evidências que devem ser coletadas e cada linha representa um estudante. Cada célula (evidência x estudante) contém uma caixa de seleção com as opções da escala. O recurso de caixa de seleção foi utilizado para disponibilizar a escala e ser de fácil seleção. A Figura 2 ilustra a planilha base e como as evidências foram organizadas na planilha.

5 EXPERIMENTO COM O ARTEFATO

Para verificar as potencialidades e fragilidades do artefato desenvolvido conduzimos um experimento com docentes da disciplina de Introdução à Ciência da Computação, dos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Informática Biomédica da Universidade Federal do Paraná (UFPR) [13]. O experimento foi realizado neste contexto porque foi nesta disciplina que estávamos investigando as atividades que criamos para exercitar o Pensamento Computacional, e foram os docentes desta disciplina que relataram a necessidade de apoio para analisar e avaliar as soluções das atividades. A Tabela 3 apresenta a ficha técnica do experimento realizado.

Tabela 3: Detalhes do experimento

Onde?	Disciplina de Introdução à Ciência da Computação, do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
Quem participou?	7 docentes: 3 professores da disciplina e 4 doutorandos colaboradores.
Qual foi a dinâmica?	2 encontros síncronos: utilização do artefato e avaliação do artefato.
Quando aconteceu as dinâmicas?	1º encontro síncrono: 25 de junho de 2021. Utilização do artefato: entre 25 de junho de 2021 à 06 de julho de 2021. 2º encontro síncrono: 13 de julho de 2021.

¹Chamamos as atividades de desafios, e podem ser entendidos como sinônimos. Entende-se como desafio um problema, um obstáculo, ou uma situação que pode ser melhorada ou ultrapassada. Os desafios não possuem uma única solução, e estão associados a problemas maiores que demandam mais discussão

²O Google Sheets é um programa de planilhas incluído como parte do pacote gratuito e online de Editores de Documentos Google oferecido pelo Google.

Tabela 2: Definição das habilidades e enumeração das evidências a serem coletadas

Habilidades	Descrição	Evidências a coletar
Abstração	Temos evidências que houve o exercício da abstração quando o contexto do desafio é compreendido e utilizado para identificar quais informações são importantes e quais devem ser utilizadas para propor a solução. Abstrair garante que os diferentes aspectos do desafio estão sendo identificados e considerados durante a criação da solução, resultando em uma solução que atinja o esperado. Se a resposta estiver errada ou diferente do tipo previsto, temos evidências que houve problemas no processo de abstração.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A solução apresenta a contextualização do desafio. 2. Foi identificado os requisitos essenciais para a solução. 3. Foi atingido o resultado esperado pelo desafio.
Decomposição	Temos evidências que houve o exercício da decomposição quando os diferentes subproblemas de um desafio são identificados e tratados. Dividir o desafio em partes menores favorece a simplificação do desafio em partes mais fáceis de serem gerenciáveis. Assim, utiliza-se dos sub-desafios de um desafio para compor a solução final.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O desafio foi dividido em sub-desafios. 2. Utiliza-se da resolução dos sub-desafios para compor a solução final.
Reconhecimento de Padrões	Temos evidências que houve o exercício do reconhecimento de padrões quando são identificadas as similaridades (padrões) entre um desafio ou solução. Também, reconhecer soluções previamente utilizadas e que possam ser reutilizadas em problemas similares.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Foi identificados os padrões do desafio. 2. Houve reaproveitamento de soluções. 3. Houve reaproveitamento de instruções por meio de repetição e condição.
Coleta e análise dos dados	Temos evidências que houve o exercício das habilidades de coleta e análise dos dados quando os dados são utilizados para auxiliar na resolução do desafio. Passando desde a fase de identificação, interpretação dos dados, até a como os dados atendem os requisitos do desafio e como eles serão utilizados para chegar à solução.	<ol style="list-style-type: none"> 1. As entradas de dados foram identificadas e entendidas. 2. As entradas de dados foram manipuladas respeitando as restrições e possibilidades do desafio.
Algoritmo	Temos evidências que houve o exercício da habilidade de algoritmo quando uma sequência de passos finita é criada para resolver o desafio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A solução fornece uma sequência de instruções para resolver o desafio. 2. As instruções estão detalhadas. 3. A solução está completa. 4. Reconhece a diferença entre as estruturas de condição e repetição. 5. Controla as repetições e condições. 6. Existe ponto de parada/fim.
Generalização	Temos evidências que houve o exercício da habilidade de generalização quando a solução para o desafio considera diferentes entradas de dados, não sendo restrito ao desafio em questão ou a uma certa quantidade de dados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A solução funciona para um tamanho variável da entrada de dados ($n, n+1$).
Representação da Solução	Temos evidências do exercício da representação da solução quando a solução do desafio está expressa em uma sequência de passos finitos, sem ambiguidade e de forma que não seja necessário realizar inferências sobre a instrução. Ao final, a sequência de passos deve fornecer o resultado ou resolver o desafio proposto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. As instruções estão organizadas e ordenadas de uma forma coerente. 2. A solução está representada considerando quem irá interpretar a solução. 3. As instruções estão escritas de forma clara e objetiva (i.e., não ambíguas).
Simulação e Teste	Temos evidências que houve o exercício da simulação/teste quando é realizada uma reprodução da solução com diferentes entradas de dados para identificar comportamentos diferentes da solução. É uma habilidade que se relaciona com a otimização, uma vez que para otimizar uma solução é interessante conhecer o comportamento dela.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A solução é testável, i.e., oferece as condições necessárias para ser testada (e.g., instruções, entradas, saídas esperadas). 2. Há indícios de que a solução foi simulada/testada (e.g., a condição de parada é atendida). 3. Há indícios de tratamento de exceção ou de verificações de dados e condições. 4. A solução pode ser executada simultaneamente ou em cooperação com outras partes da solução.
Otimização	Temos evidências que houve o exercício da otimização quando uma solução considera as possibilidades de reduzir a quantidade de recursos ou passos necessários para atingir o resultado do desafio. Também, quando existe o processo de correção ou refinamento de uma solução já conhecida.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentou informações sobre correção e refinamento da solução existente. 2. Foi considerado na solução a redução de recursos necessários. 3. Foi reduzido o número de passos necessários para atingir o resultado. 4. Foi reduzido o número de passos utilizados para representar a solução.

Participaram do experimento 7 docentes, sendo os 3 professores da disciplina e 4 doutorandos colaboradores desta oferta. A turma era composta por 25 estudantes. A seleção dos participantes foi realizada de maneira não-probabilística de amostragem por conveniência [22], uma vez que os participantes eram docentes envolvidos com a disciplina em que realizamos os estudos, e fazem parte do mesmo grupo de pesquisa dos autores. A análise dos dados foi qualitativa, quando o estudo visa tirar conclusões dos dados e manter uma cadeia de evidências [22]. O método de análise dos dados foi a Análise Temática, pois permite identificar, analisar, interpretar e relacionar os padrões (temas) a partir de dados qualitativos com

uma abordagem indutiva, que se baseia nos dados e não possui categorias ou temas preestabelecidos [4]. Como métodos para coleta de dados foram utilizados:

- Registros em arquivo: as soluções de 5 desafios entregues pelos estudantes foram coletadas para verificar as evidências do exercício das habilidades do Pensamento Computacional;
- Questionário pós-estudo: para coletar a percepção dos participantes sobre o artefato produzido;
- Grupo focal: para coletar informações relacionadas ao questionário de pós-estudo, a fim de ampliar a discussão sobre suas respostas com quem respondeu o questionário pós-estudo.

O experimento foi dividido em quatro momentos: (i) encontro síncrono de explicação e alinhamento; (ii) utilização do artefato

	A	B	C
1	Habilidade PC	Descrição da Habilidade	Evidências a coletar
2	Abstração (a)	Abstração é a habilidade de interpretar e entender o desafio, identificando quais aspectos são relevantes e quais podem ser ignorados. Temos evidências que houve o exercício da abstração quando o contexto do desafio é compreendido e utilizado para identificar quais informações são importantes e quais devem ser utilizadas para propor a solução. Abstrair garante que os diferentes aspectos do desafio estão sendo identificados e considerados durante a criação da solução, resultando em uma solução que atinja o esperado. Se a resposta estiver errada ou diferente do tipo previsto, temos evidências que houve problemas no processo de abstração.	1. A solução apresenta a contextualização do de 2. Foi identificado os requisitos essenciais para i 3. Foi atingido o resultado esperado pelo desafio
3	Decomposição	Decomposição é a habilidade de identificar quais partes do desafio podem ser divididas em partes menores, mais fáceis de resolver e de gerenciar. Temos evidências que houve o exercício da decomposição quando os diferentes subproblemas de um desafio são identificados e tratados. Dividir o desafio em partes menores favorece a simplificação do desafio em partes mais fáceis de serem gerenciáveis. Assim, utiliza-se dos sub-desafios de um desafio para compor a solução final.	1. O desafio foi dividido em sub-desafios. 2. Utiliza-se da resolução dos sub-desafios para
		Reconhecimento de padrões é a habilidade de identificar os padrões do desafio, dos dados e da solução, reconhecer as similaridades entre os desafios e soluções para que seja possível reaproveitar ou aperfeiçoar as soluções existentes.	1. Foi identificado os padrões do desafio.

Figura 1: Planilha da explicação do artefato

para analisar as soluções dos estudantes, e coletar evidências; (iii) resposta do questionário de pós-estudo; (iv) encontro síncrono para realizar o grupo focal pós-estudo. O primeiro encontro síncrono teve como objetivo apresentar o artefato e explicar a sua utilização. Cada desafio tinha uma planilha específica, em que cada linha da planilha representava um estudante. A utilização do artefato e a coleta de evidências consistiram em verificar cada uma das soluções e registrar a evidência na planilha do desafio. Ao todo, 83 soluções foram armazenadas e analisadas. A quantidade de soluções analisadas é menor do que a quantidade esperada porque nem todos os estudantes entregaram soluções para todos os desafios. O número de soluções foi dividido pelos 8 participantes, e cada participante avaliou entre 10 e 11 soluções e revisou outras 10 ou 11 soluções avaliadas pelos demais participantes, de modo a reduzir o viés da análise. Nos casos em que havia discordância, os participantes discutiam e chegavam a um consenso utilizando os recursos de comentários da ferramenta.

No final da avaliação, pedimos para os participantes responderem um questionário pós-estudo baseado no TAM (*Technology Acceptance Model 3*) Venkatesh e Bala [18]. O questionário pós-estudo teve como objetivo capturar as impressões dos participantes quanto à utilidade percebida, facilidade percebida, e intenção de uso do artefato produzido. O questionário é composto por 16 questões obrigatórias de múltipla-escolha, subdivididas em 3 seções, somado a 3 questões discursivas opcionais. As questões de múltipla-escolha foram avaliadas em uma escala de 5 pontos, baseada na escala Likert

[8]. As questões discursivas são para coletar comentários gerais sobre utilidade, a facilidade, ou a intenção de uso do artefato.

O grupo focal foi realizado em um terceiro momento do experimento para aprofundar as discussões sobre a experiência e sobre os resultados do questionário pós-estudo que os participantes responderam. O grupo focal foi realizado no dia 16 de julho de 2021 com 7 participantes (uma pessoa não pôde participar), teve duração de 60 minutos e foi dividido em 3 etapas: (i) introdução; (ii) apresentação da síntese dos resultados do questionário de avaliação; e (iii) uma conversa entre os participantes, a partir da sumarização realizada pela primeira autora. Os resultados da utilização do artefato e do grupo focal estão apresentados na Seção 6.

5.1 Atividades

As atividades analisadas com o apoio do artefato tinham como objetivo exercitar um subconjunto das habilidades selecionadas (vide Tabela 1). Essas habilidades possuem relação com o objetivo da atividade, a temática, e os passos necessários para propor uma solução. Ao todo foram realizadas 5 atividades, foram elas:

- *Desafio 1. O mais velho tem olhos azuis*: o objetivo do desafio é chegar em uma resposta para o problema apresentado, sendo um problema de lógica no qual dois amigos se encontram e um deles desafia o outro a descobrir a idade de seus filhos com apenas três dicas.
- *Desafio 2. Desafio dos Laboratórios*: um desafio que apresenta um conjunto de regras para nomear quais docentes ocupam

	A	B	C	D	E	F
1		Habilidades	Abstração			
2	Solução de	Evidências / Observações Gerais	A solução apresenta a contextualização do desafio	Foram identificados os requisitos essenciais para a solução	Foi atingido o resultado esperado pelo desafio	O desafio foi sub-desafios
3	Nome da estudante					
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Figura 2: Planilha base para os desafios

quais laboratórios, programam em quais linguagens de programação e indicam quais livros.

- **Desafio 3. Criptografia:** o desafio apresenta uma frase criptografada e pede para estudantes descriptografem a mensagem e expliquem como ocorreu a descriptografia da mensagem.
- **Desafio 4. Problema da Ordenação:** o desafio consiste em ordenar um conjunto de cartões a partir de um critério pré-estabelecido (e.g., nome, data de nascimento, área, etc.).
- **Desafio 5. Celebridade:** o desafio visa determinar se existe uma celebridade em uma festa e nomeá-la, caso exista uma. Para uma pessoa ser uma celebridade, ela precisa ser conhecida por todas as pessoas presentes na festa, mas não pode conhecer nenhuma delas.

As atividades foram conduzidas entre maio e julho de 2021 na disciplina de Introdução à Ciência da Computação, que é ofertada no primeiro semestre dos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Informática Biomédica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A disciplina tem como um dos objetivos promover habilidades de entendimento e resolução de problemas exercitando o Pensamento Computacional e noções de algoritmos independente de uma linguagem de programação — a disciplina é apresentada e discutida por Pereira et al. [13]. As atividades que estavam sendo conduzidas eram ancoradas no contexto acadêmico no qual foram realizadas, e tinham como foco exercitar as habilidades do Pensamento Computacional e preparar os estudantes a atuarem na criação de soluções para problemas de maneira criativa, colaborativamente e socialmente consciente.

Para cada atividade, foi destacado o processo de pensar sobre o problema e de propor uma solução, e não apenas atingir a "resposta correta". Entendemos que uma turma é formada por um grupo de estudantes plurais e com diferentes bagagens do conhecimento. Assim, consideramos que o ponto mais importante neste processo seja o envolvimento de cada estudante no desenvolvimento das atividades. Logo, cada estudante tem espaço para experimentar as atividades, construir soluções, debater com seus pares e, com isso, avançar em seu próprio aprendizado. Mais informações sobre os desafios podem ser encontradas em Oliveira et al. [10].

As atividades forneceram experiências para mostrar que conceitos abstratos são aplicáveis e proporcionam aos estudantes a possibilidade de construírem significado com base em suas experiências. As soluções para as atividades deveriam ser representadas como sequência de instruções em linguagem natural ou por meio de fluxogramas, e entregues como anexos a respostas em um fórum de discussão no sistema *Moodle*. Essas entregas das atividades é que foram analisadas utilizando o artefato proposto como apoio.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do questionário pós-estudo, aplicado via *Google Forms*, foi possível obter as impressões dos participantes referente à utilidade percebida, facilidade percebida e intenção de uso. As perguntas e respostas das 16 questões de múltipla-escolha obrigatórias deste questionário estão sumarizadas na Tabela 4. A partir das respostas, percebemos que os resultados obtidos nos três aspectos avaliados foram positivos. O artefato atinge o objetivo esperado de apoiar a

coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional sendo útil para guiar esse processo.

Os participantes sinalizaram que é muito útil ter conhecimento sobre as dimensões e habilidades do Pensamento Computacional durante a coleta de evidências. A escala para mensurar a dimensão do exercício do Pensamento Computacional também foi considerada útil. Além de facilitar o processo de coleta de evidências, disponibilizar as habilidades e as evidências que devem ser coletadas ajuda a reduzir a dúvida e o viés durante o processo de coleta. A escala, por sua vez, ajuda a padronizar a avaliação e a partir dela conseguimos ter uma visão ampla para entender como e em quais níveis as habilidades estão sendo exercitadas.

Com relação à utilidade percebida, 5 participantes sinalizaram que foi fácil utilizar o artefato para coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional. O artefato aumenta (1) e muito (4) a qualidade da coleta de evidências, pois *"ele é especialmente útil por lembrar em quais pontos prestar atenção ao analisar uma solução"* de acordo com um participante. Por ser um artefato que contempla 9 habilidades e 25 evidências a serem coletadas, e ser a primeira vez que os participantes estavam utilizando, o artefato exigiu esforço e tempo considerável para analisar todas as soluções.

Por se tratar de um número significativo de evidências a serem observadas, os participantes mencionaram que isso pode ser um dos fatores que inviabilize a utilização do artefato, mesmo que ele facilite o entendimento geral do que se busca analisar em cada uma das habilidades. Além disso, ter uma grande quantidade de questões passa a ser um obstáculo para a utilização do artefato quando a turma é grande. Nessa mesma linha, verificamos que, com relação à facilidade de uso, todos os participantes sinalizaram que utilizar o artefato exige esforço mental. A carga cognitiva necessária, principalmente na primeira utilização, pode ter sido alta pois eram muitas informações novas e aspectos que deveriam ser considerados durante a execução da análise das soluções.

Considerando a facilidade de uso, o artefato facilita o entendimento de como coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional e facilita a visualização e compreensão de quais habilidades estão sendo exercitadas em cada um dos desafios. Entretanto, um participante sinalizou que o artefato não facilita a visualização e compreensão da relação das habilidades nos desafios. O formato utilizado é um ponto recorrentemente mencionado pelos participantes: *"a estrutura da planilha dificulta o registro, e mesmo que muito fácil de preencher perde-se a visão do todo"*. Um dos participantes sinalizou que talvez a usabilidade do artefato em dispositivos móveis seja comprometida pelo formato que ele se encontra hoje, principalmente porque *"a planilha acaba tirando muito espaço da tela pela grande quantidade de barras e ícones que possui"*. Então, um formato mais acessível e de fácil navegação deve ser repensado. Mesmo que o artefato tenha sido representado em uma planilha do Google Sheets, a intenção era de facilitar o entendimento sobre as habilidades, as evidências e estruturar a coleta de evidências do Pensamento Computacional. Ao utilizar uma planilha online tivemos como objetivo aproveitar os recursos existentes na ferramenta que poderiam facilitar a interação como ocultar linhas e colunas; congelar linhas e colunas; e filtrar informações. Entretanto, o aproveitamento desses recursos ficou restrito a quem tinha conhecimento sobre eles e a quem lembrava de usá-los.

Quando perguntamos aos participantes sobre a intenção de uso, todos avaliaram que provavelmente utilizariam o artefato outras vezes e provavelmente recomendariam para outras pessoas utilizarem também. *"O artefato facilita compreensão sobre aquilo que é importante de ser percebido e coletado nos desafios e auxilia a guiar a análise"*, disse um participante. O artefato pode ser visto como um guia do que minimamente precisa ser observado para concluir que a pessoa exercita uma habilidade com uma determinada atividade. O artefato também pode ser utilizado para apoiar a criação de novos desafios, mencionou um participante durante o grupo focal. Logo, o artefato serve como uma base para estruturar a análise de maneira mais ampla e abrangente, reduzindo as chances de que evidências relevantes sejam negligenciadas.

O grupo focal foi conduzido a partir da sumarização dos dados resultantes do questionário de avaliação do artefato. Um dos grandes problemas mencionados pelos participantes foi a quantidade de perguntas e informações existentes no artefato, e utilizamos o grupo focal para refletir sobre esses aspectos e pensar em estratégias para reduzir essa quantidade de informações. O grupo debateu diferentes estratégias para a redução da quantidade de perguntas, e os participantes sempre adicionavam pontos e questões para amadurecer as ideias. Uma das estratégias pensadas para isso foi o artefato servir como um guia de quais habilidades podem ser exercitadas e como coletar evidências de seu exercício para, a partir disso, a pessoa que for utilizar o artefato selecionar o conjunto de habilidades que deseja verificar. A seleção das habilidades a serem coletadas também pode ser ajustada de acordo com cada atividade.

Um segundo tema que aprofundamos no grupo focal foi como compilar as evidências coletadas, que tipo de informações os docentes gostariam ter disponível ao final da avaliação, e de quais forma elas seriam representadas. Os participantes compartilharam que auxiliaria ter representações visuais para sumarizar o que foi coletado. Neste momento, a conversa foi conduzida para que os participantes compartilhassem que tipo de representação visual eles conheciam e que eles viam que poderia ser utilizada, principalmente para que docentes tivessem uma perspectiva do estudante, do estudante com relação à turma, e da turma como um todo.

Na mesma linha de sumarizar a coleta de evidências, um dos participantes sinalizou que, durante o preenchimento do artefato, ele sentiu que estava fazendo duas coisas e que elas poderiam ser integradas no futuro. Os docentes avaliaram as soluções dos estudantes utilizando o artefato como apoio, porém, como fazia parte de uma disciplina eles precisavam dar um retorno por escrito para cada um dos estudantes. O artefato conta com um espaço para que o docente anote observações sobre uma determinada solução. Logo, o participante teve a impressão de que estava avaliando a solução (coletando evidências com o apoio do artefato) e anotando as observações de cada solução. Assim, ele percebeu que a coleta de evidências somada com as observações anotadas poderia ser utilizada para compor o *feedback* qualitativo para os estudantes. A conversa entre os participantes identificou que esse recurso somaria na sumarização da coleta de evidências.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, apresentamos um artefato para apoiar a análise e avaliação de soluções de atividades que tinham como objetivo exercitar

Tabela 4: Perguntas e respostas do questionário pós-estudo

Perguntas		Alternativas e Quantidade				
Utilidade Percebida	Quão difícil é coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional utilizando o artefato?	É muito fácil 5	É fácil 2	Neutro 0	É difícil 0	É difícil 0
	O artefato apoia a coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional?	Sim, o artefato apoia muito 5	Sim, o artefato apoia 2	Neutro 0	Não, o artefato não apoia 0	Não, o artefato prejudica 0
	O artefato é útil para guiar a coleta de evidências do exercício do PC?	Sim, o artefato é muito útil 5	Sim, o artefato é útil 2	Neutro 0	Não, o artefato não é útil 0	Não, o artefato prejudica 0
	Com o artefato você consegue coletar evidências do Pensamento Computacional que precisa coletar?	Sim, consigo coletar muito fácil 0	Sim, consigo coletar fácil 6	Neutro 1	Não, não consigo coletar 0	Não, não consigo coletar nada 0
	Quão útil é ter uma escala para mensurar as habilidades exercitadas pelo desafio?	A escala foi muito útil 4	A escala foi útil 3	Neutro 0	A escala não foi útil 0	A escala atrapalhou 0
	O quão útil é ter conhecimento sobre as dimensões do Pensamento Computacional para a coleta de evidências?	É muito útil 7	É útil 0	Neutro 0	Não é útil 0	Prejudica 0
	O quão útil é ter conhecimento das habilidades do Pensamento Computacional durante coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional?	É muito útil 7	É útil 0	Neutro 0	Não é útil 0	Prejudica 0
	O quão útil é ter conhecimento sobre quais pontos devem ser observados de cada habilidade durante a coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional?	É muito útil 6	É útil 1	Neutro 0	Não é útil 0	Prejudica 0
Facilidade de Usos	O quanto o artefato aumenta a qualidade da coleta de evidências do exercício Pensamento Computacional?	O artefato aumentou muito a qualidade 4	O artefato aumentou a qualidade 1	Neutro 2	O artefato não aumenta a qualidade 0	O artefato prejudica a qualidade 0
	O quanto o artefato exige do meu esforço mental?	Exige muito esforço mental 1	Exige esforço mental 5	Neutro 0	Exige pouco esforço mental 1	Exige nenhum esforço mental 0
	É fácil utilizar o artefato para fazer o que eu quero que ele faça (coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional)?	Sim, muito fácil 0	Sim, fácil 5	Neutro 1	Não, foi pouco fácil 1	Não, foi difícil 0
	A minha interação com o artefato é clara e compreensível?	Sim, muito clara e compreensível 1	Sim, clara e compreensível 4	Neutro 1	Não, foi pouco clara e compreensível 1	Não, não foi clara e compreensível 0
Intenção de Usos	O artefato facilita a visualização e compreensão de quais habilidades do Pensamento Computacional estão sendo trabalhadas nos desafios?	Sim, facilita muito a visualização e compreensão 0	Sim, facilita a visualização e compreensão 5	Neutro 1	Não, ele não facilita a visualização e compreensão 1	Não, ele não facilita nada a visualização e compreensão 0
	O artefato facilita o meu entendimento de como coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional?	Sim, facilita muito o entendimento 2	Sim, facilita o entendimento 5	Neutro 0	Não, ele não facilita o entendimento 0	Não, ele não facilita nada o entendimento 0
Intenção de Usos	Supondo que eu precise coletar evidências do desenvolvimento do Pensamento Computacional e tenha acesso ao artefato, eu pretendo utilizá-lo outras vezes?	Muito provavelmente pretendo utilizar o artefato outras vezes 2	Provavelmente pretendo utilizar o artefato outras vezes 5	Neutro 0	Provavelmente eu não pretendo utilizar o artefato outras vezes 0	Não pretendo o artefato outras vezes 0
	Eu recomendaria o uso do artefato para outras pessoas que têm interesse em coletar evidências do exercício do Pensamento Computacional?	Muito provavelmente eu recomendaria o uso do artefato 5	Provavelmente eu recomendaria o uso do artefato 2	Neutro 0	Provavelmente eu não recomendaria o uso do artefato 0	Não recomendaria o uso do artefato 0

o Pensamento Computacional. O artefato foi desenvolvido considerando um conjunto de 9 habilidades que estão relacionadas com os pilares do Pensamento Computacional: (i) abstração, (ii) decomposição, (iii) reconhecimento de padrões e (iv) algoritmos. A partir da definição de cada uma das habilidades, enumeramos pelo menos uma evidência a ser observada para cada habilidade, totalizando 25 evidências. Definir as evidências e uma escala para mensurar as evidências são os pontos substanciais e úteis do artefato, independente do formato utilizado.

O artefato serve também como um *template* para que professores e pesquisadores se inspirem para adaptar e instanciar as suas próprias versões e utilizá-las em seus contextos. Ainda, o artefato fornece uma visão holística das habilidades e das evidências, ampliando a abrangência multidimensional da análise. Sendo uma inspiração ou ponto de partida para que outras pessoas ajustem, adaptem e reproduzam para representar as informações que professores e pesquisadores têm intenção de verificar.

O artefato apoia a coleta das evidências do exercício dessas habilidades, porém, ele ainda não conta com nenhum recuso que compile ou transforme a análise feita em algo qualitativo ou quantitativo. A sumarização das evidências coletadas pode ser transformada em um valor que quantifique o exercício dessas habilidades quanto ser convertida em um comentário que qualifique a solução. Para converter a coleta em um valor final é necessário definir e atribuir uma relação de pesos entre as evidências para cada atividade, além da necessidade de criar uma fórmula para resumir a análise em um único valor final. Enquanto para traduzir a coleta em um parecer escrito das soluções (qualitativo) é necessário pensar em soluções de processamento de texto. Definir pesos, a fórmula matemática, e formalizar o processo de tradução das evidências coletadas para gerar um parecer textual são visualizados como trabalhos futuros.

Um experimento com docentes foi realizado para avaliar o artefato. A natureza do experimento foi exploratória e buscou avançar o conhecimento sobre como avaliar e verificar o exercício das habilidades do Pensamento Computacional. O artefato foi utilizado por docentes para avaliar atividades que tinham como objetivo exercitar o Pensamento Computacional conduzidas com estudantes de graduação em computação. No total foram avaliadas 83 soluções de 5 atividades, sendo que cada docente avaliou entre 10 e 11 atividades.

O artefato foi bem avaliado considerando a utilidade percebida, facilidade e intenção de uso, sendo um significativo instrumento para guiar a análise das soluções e coleta de evidências do exercício do Pensamento Computacional. Os docentes reconhecem que o artefato ajuda a estruturar a análise e coleta das evidências, bem como lembra quais evidências devem ser consideradas a fim de reduzir as chances de negligenciarem evidências relevantes para aquela atividade. Durante o grupo focal, os participantes levantaram aspectos que podem ser melhorados e foram transformados em trabalhos futuros, como: adaptar o artefato para ele permitir a seleção do conjunto de habilidades que se deseja verificar; como transformar as evidências coletadas para fornecer um parecer textual e qualitativo; criar visualizações a partir das evidências coletadas para fornecer uma perspectiva do estudante e da turma, com relação às habilidades desenvolvidas e as que ainda precisam ser desenvolvidas.

AGRADECIMENTO

Agradecemos aos docentes que participaram do experimento e contribuíram com a pesquisa, Caio Carvalho, Fabiano Silva, Heloíse Acco Tives, Icleia Santos, Leonam Cordeiro de Oliveira, Leticia M. Peres, e Mariane Sponchiado Cassenote.

MATERIAL DE APOIO

Para facilitar a utilização e replicação do estudo em outros contextos, disponibilizamos [acesso ao artefato produzido](#).

REFERÊNCIAS

- [1] Association for Computing Machinery ACM e Computer Society IEEE. 2014. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. Technical Report.
- [2] Friday Joseph Agbo, Solomon Sunday Oyelere, Jarkko Suhonen, e Sunday Adewumi. 2019. A Systematic Review of Computational Thinking Approach for Programming Education in Higher Education Institutions. In *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli, Finland) (Koli Calling '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 12, 10 pages.
- [3] Valerie Barr e Chris Stephenson. 2011. Bringing Computational Thinking to K12: what is involved and what is the role of the Computer Science Education. *ACM Inroads* 2, 1, 48–54.
- [4] Virginia Braun e Victoria Clarke. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3, 2, 77–101.
- [5] César França e Cleudimar Silva. 2020. Identificação de Critérios para Avaliação do Pensamento Computacional Aplicado. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Online)*. SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 1493–1502.
- [6] Lindsey Ann Gouws, Karen Bradshaw, e Peter Wentworth. 2013. Computational Thinking in Educational Activities: an evaluation of the educational game Lightbot. 10–15.
- [7] International Society for Technology in Education (ISTE) and Computer Science Teachers Association (CSTA). 2011. *Operational Definition of Computational Thinking: for k-12 education*. Technical Report.
- [8] Rensis Likert. 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- [9] Enrico Nardelli. 2019. Do We Really Need Computational Thinking? *Commun. ACM* 62, 2, 32–35.
- [10] Carolina Moreira Oliveira, Roberto Pereira, Ludmilla Galvão, Leticia Peres, e Ermelindo Schultz. 2019. Utilização de Desafios para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Superior: um Relato de experiência. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 2005.
- [11] Carolina Moreira Oliveira, Roberto Pereira, Isabela Gasparini, e Clodis Boscaroli. 2022. *An Overview of Computational Thinking in Higher Education: a technical report of a systematic mapping study*. Technical Report.
- [12] Tauno Palts e Margus Pedaste. 2020. A Model for Developing Computational Thinking Skills. *Informatics in Education* 19, 1, 113–128.
- [13] Roberto Pereira, Leticia Peres, e Fabiano Silva. 2021. Hello World: 17 habilidades para exercitar desde o início da graduação em computação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. SBC, 193–203.
- [14] Markeya S. Peteranetz, Leen-Kiat Soh, e Elizabeth Ingraham. 2019. Building Computational Creativity in an Online Course for Non-Majors. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (Minneapolis, MN, USA) (SIGCSE '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 442–448.
- [15] Marcos Román-González, Jesús Moreno-León, e Gregorio Robles. 2019. *Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions*. Springer Singapore, Singapore, 79–98.
- [16] Marcos Román-González, Juan-Carlos Pérez-González, e Carmen Jiménez-Fernández. 2017. Which Cognitive Abilities Underlie Computational Thinking? Criterion Validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior* 72, 678–691.
- [17] Michele Van Dyne e Jeffrey Braun. 2014. Effectiveness of a Computational Thinking (CS0) Course on Student Analytical Skills. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (Atlanta, Georgia, USA) (SIGCSE '14)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 133–138.
- [18] Viswanath Venkatesh e Hillol Bala. 2008. Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39, 2, 273–315.
- [19] Jeannette M. Wing. 2006. Computational Thinking. *Commun. ACM* 49, 3, 33–35.
- [20] Jeannette M. Wing. 2008. Computational Thinking and Thinking About Computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 366, 1881, 3717–3725.
- [21] Jeannette M. Wing. 2011. Research Notebook: Computational Thinking—What and Why? *The Link Magazine* March, June 23, 2015.
- [22] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C. Ohlsson, Björn Regnell, e Anders Wesslén. 2012. *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.
- [23] A. F. Zorzo, D. Nunes, S. Eivaldo, e S. Martins. 2017. *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação 2017*. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). 153 pages.