

Computação Física e Pensamento Computacional - Minha Casa Automatizada: Uma Proposta de Livro Didático para o 6º Ano

Eloína Ferreira Flores¹, Andrey de Jesus Guedes¹, Julian Coelho Bentes¹,
Maria Lúcia P. de Freitas¹, Almir de Oliveira Costa Junior^{1,2}, José Anglada Rivera²

¹Curso de Licenciatura em Computação – Escola Superior de Tecnologia (EST)
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
69.050-020 – Manaus – AM – Brazil

²Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PPGET)
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
69.020-120 – Manaus – AM – Brazil

{eff.lic19,ajg.lic19,jcb.lic19,mlpdf.lic19,adjunior}@uea.edu.br

jose.anglada@ifam.edu.br

Abstract. *The BNCC Computing recommends that Computational Thinking (CT) skills be encouraged throughout students' academic journey, from Early Childhood Education to High School. Given this demand, it becomes necessary to develop teaching materials that are appropriate for the students' age group and aligned with Brazilian curricular guidelines. Thus, this article (work in progress) presents a proposal for a textbook aimed at developing Computational Thinking skills, using Physical Computing as a tool, targeted at sixth-grade students in Middle School.*

Resumo. *A BNCC Computação recomenda que as habilidades do Pensamento Computacional (PC) sejam incentivadas ao longo da trajetória escolar dos alunos, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Diante dessa demanda, torna-se necessário o desenvolvimento de materiais didáticos adequados à faixa etária desses estudantes e alinhados aos direcionamentos curriculares brasileiros. Sendo assim, este artigo (trabalho em andamento) apresenta uma proposta de livro didático voltado ao desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional, utilizando a Computação Física como ferramenta, direcionado aos alunos do sexto ano do Ensino Fundamental II.*

1. Introdução

Com a consolidação de diferentes políticas educacionais, o Brasil tem seguido na mesma direção de diversos outros países, como EUA, Espanha, Argentina, Áustria, Bulgária, Coreia do Sul, Reino Unido e Portugal [Brackmann 2017], no que diz respeito a inserção das habilidades do Pensamento Computacional no processo de ensino e aprendizagem no contexto da Educação Básica. Nesse sentido, destaca-se que o PC já havia sido evidenciado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2018], ganhando ainda mais relevância ao ser destacado como um dos três principais eixos das Normas sobre

a Computação na Educação Básica (BNCC Computação) [Brasil 2022a] e da Política Nacional de Educação Digital (PNED) [Brasil 2023].

Em se tratando especificamente do Pensamento Computacional (PC), isso exigirá que inúmeros desafios sejam superados, antes que ele possa efetivamente estar envolvido em atividades de ensino e aprendizagem no contexto da Educação Básica brasileira [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2022, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023b]. Dentre eles, existe uma carência de instrumentos para auxiliar a medir as habilidades [Román-Gonzalez et al. 2015, Zhong et al. 2016, Cutumisu et al. 2019, Raabe et al. 2020, Santana et al. 2021, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c], a necessidade de se propor ações para a formação inicial e continuada de professores [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023b, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2022], além de se investir no desenvolvimento de materiais didáticos para o contexto educacional brasileiro [França 2020, França and Tedesco 2019, Gorgônio and Vale 2023].

Sobre este último aspecto, Silva et al. (2021) afirmam que a maior parte dos recursos encontrados utiliza uma abordagem desplugada, como as atividades em papel, ou se encontram em língua inglesa [França and Tedesco 2019]. Diante disso, é necessário propor alternativas de materiais didáticos que considerem abordagens de atividades plugadas para promover o desenvolvimento das habilidade do PC. Nesse sentido, a Computação Física (CF) se apresenta como alternativa de ferramenta que pode auxiliar no desenvolvimento dessas habilidades por meio de uma abordagem plugada [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c]. Uma de suas principais características é a promoção da interatividade e a facilitação da compreensão de diversos aspectos da programação [Zanetti et al. 2023].

Considerando este cenário e na perspectiva de intervir nestes primeiros desafios, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de livro didático para o desenvolvimento de habilidades do PC nos alunos do sexto ano do Ensino Fundamental II por meio da Computação Física. Para apresentar os resultados parciais, o artigo está organizado da seguinte forma: a revisão da literatura é apresentada na Seção 2, a proposta do livro é descrita na Seção 3, e, por fim, as considerações parciais são apresentadas na Seção 4.

2. Revisão da Literatura

Nesta seção, é apresentada uma revisão da literatura sobre os principais temas abordados neste artigo: Computação Física, Pensamento Computacional e exemplos de livros didáticos para o ensino de Computação.

2.1. Sobre a Computação Física

Uma das primeiras evidências sobre a definição do termo “Computação Física” (CF), foi identificada na obra *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers* [O’Sullivan and Igoe 2004] de O’Sullivan e Igoe [Zanetti et al. 2023, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c]. Nesse livro, os autores definem a CF como um processo que visa estabelecer uma interação entre o mundo físico e o mundo virtual dos computadores [O’Sullivan and Igoe 2004, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a, Zanetti et al. 2023, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c].

Przybylla et al. (2017) e Hodges et al. (2020) complementam afirmando que a CF se propõe a conectar estes dois mundos através de interfaces intuitivas e programáveis que interagem com objetos e seres humanos. DesPortes (2018) e FieldsOfCS (2023) reiteram que ela utiliza recursos de *hardware* baseados em eletrônica e programação de *software* [Hodges et al. 2020], abrangendo aspectos de Engenharia e Ciência da Computação e fundamentando-se essencialmente no modelo IPO (*Input, Processing e Output*) [ArmEducation 2024]. Zanetti e Borges (2021) preconizam que ela se apresenta como uma maneira de tornar a aprendizagem mais significativa para os alunos, reduzindo a complexidade e a abstração dos conceitos, criando meios para que os aprendizes possam fazer correlações com o mundo real e analogias com o cotidiano, interagindo com objetos reais.

Diante disso, o ambiente tangível da CF pode facilitar esse processo, diminuindo as dificuldades de aprendizado, especialmente para iniciantes em programação [Zanetti and Borges 2021, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c]. Como exemplo, os indivíduos que a utilizam podem desenvolver uma compreensão mínima sobre o processamento de informações físicas coletadas por meio de sensores e da ação de atuadores [Cavalcante and Santos 2021, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c]. Além disso, a CF poderia ajudar a melhorar os índices de motivação dos alunos, já que a experiência de aprendizagem e os resultados são visíveis e tangíveis [Hodges et al. 2020].

Ainda que possam existir diferentes interpretações, posicionamentos e perspectivas em relação ao conceito de Computação Física na literatura científica, neste artigo, e conseqüentemente na proposta de livro, a Computação Física é compreendida como “*um ambiente de aprendizagem onde são utilizadas estratégias e recursos da Ciência da Computação para resolver problemas práticos por meio da interação entre o mundo real e o virtual*”. De certa forma, não se trata de restringir ou limitar seu alcance, mas de instanciar uma definição operacional do conceito, que será utilizado no contexto da abordagem do material didático e, por consequência, nas atividades práticas.

2.2. Sobre o Pensamento Computacional

Em 2006, o termo Pensamento Computacional passou a ganhar notoriedade a partir dos primeiros ensaios de Jeannette Wing para conceituá-lo [Wing 2006], ainda que ele tenha sido evidenciado pela primeira vez por Seymour Papert em sua obra “*Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*”, publicada em 1980 [Papert 1980]. Papert não chegou a definir claramente o que seria o PC, mas defendia na maioria de suas obras que os computadores deveriam fazer parte do cotidiano das pessoas como uma ferramenta para resolver problemas concretos, e não apenas para auxiliar no desenvolvimento de atividades cognitivas [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c].

Em sua definição mais recente, Wing (2017) afirma que o “*PC envolveria os processos de pensamento necessários para formular um problema e expressar sua(s) solução(ões) de forma que um computador — humano ou máquina — possa executá-las efetivamente*”. Para a *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA), o PC se constitui como uma abordagem para resolver problemas utilizando estratégias e recursos computacionais [CSTA-ISTE 2011]. Grover e Pea (2013) também corroboram afirmando que ele deve ser visto como um conjunto de habilidades e abordagens fundamentais para a resolução de problemas que envolvem a compreensão e a aplicação de conceitos da Ciência da Computação.

Pesquisas lideradas por instituições como a Code.Org [Code.Org 2016], BBC Learning [BBC 2015] e *Computer At School* [Csizmadia et al. 2015], bem como, as pesquisas de Liukas (2015) e Brackmann (2017), sinalizam que o PC pode ser essencialmente constituído de quatro “pilares”: 1 – abstração, 2 – reconhecimento de padrões, 3 – decomposição e 4 – algoritmos. Do ponto de vista da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2018], das Normas sobre Computação na Educação Básica (BNCC Computação) [Brasil 2022a], do Parecer CNE/CEB Nº 2/2022 [Brasil 2022b] e da Política Nacional de Educação Digital (PNED) [Brasil 2023], o PC *envolveria a capacidade de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos* [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024a].

Embora o número de pesquisas sobre o PC tenha crescido consideravelmente, conforme ponderam os estudos de Bordini et al. (2016), Valente (2016), Kalelioglu et al. (2016), Santos et al. (2018), Guarda e Pinto (2020) e Berssanette e Francisco (2021), a maioria dos estudiosos reiteram que não existe um consenso unificado sobre o conceito operacional do PC, assim como um conjunto único de habilidades [Selby and Woollard 2013, Gouws et al. 2013, Román-Gonzalez et al. 2015, Cutumisu et al. 2019, Santana et al. 2021, Carvalho and Braga 2022, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024a, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024b]. Diante desse cenário, destaca-se que a proposta de livro apresentada neste artigo utiliza como definição operacional que o “*Pensamento Computacional é a capacidade de formular e resolver problemas por meio da utilização da Computação Física*” [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c].

2.3. Sobre os livros didáticos para o ensino de Computação

A série “Computação Fundamental” é um conjunto de 4 livros didáticos voltados para o ensino-aprendizagem de Computação no Ensino Fundamental II [Santana et al. 2019]. De maneira geral, eles apresentam um conjunto de atividades plugadas e desplugadas, direcionamentos para o planejamento das aulas e materiais necessários para a execução das atividades previstas. Embora abordem diversas atividades introdutórias à Computação, noções de Informática básica e introdução à Programação, incluindo alguns tópicos de Robótica (8º e 9º ano), a maioria dos conteúdos foi elaborado a partir de direcionamentos curriculares de outros países [Santana et al. 2019].

Outro exemplo é o conjunto de guias *Micro:bit Physical Computing Fundamentals*, disponibilizado pela Code.org. Neles, são apresentadas diversas sugestões de atividades práticas com o conceito de Computação Física, utilizando o microcontrolador Micro:bit [Code.org 2023]. Observa-se que, neste caso, os guias acabam restringindo seu acesso e uso, já que estão em língua inglesa, as atividades focam no currículo de Computação norte-americano e utilizam uma placa controladora com um custo mais elevado em comparação com o Arduino.

Costa-Junior et al. (2023) recentemente elaboraram e disponibilizaram gratuitamente o livro *Computação Física: Programando sensores e componentes com Arduino e PictoBlox* [Costa-Junior et al. 2023]. Inicialmente, os autores afirmam que ele foi concebido para servir como material de apoio à formação inicial e continuada de professores de diferentes áreas de conhecimento, com a perspectiva de que eles possam desenvolver projetos práticos em sala de aula envolvendo conceitos da Ciência da Computação,

Pensamento Computacional, Ensino de Programação, Computação Física, Robótica Educacional, Aprendizagem Criativa, entre outros [Costa-Junior et al. 2023, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a].

No contexto deste artigo, a proposta de livro "*Computação Física e Pensamento Computacional - Minha Casa Automatizada - 6º ano*" distingue-se dos materiais já apresentados por constituir-se como parte integrante de uma coletânea de livros, elaborada considerando os direcionamentos curriculares da educação brasileira. Nesse sentido, além de abordar especificamente as habilidades do eixo PC da BNCC Computação para o 6º ano, o livro adota uma abordagem de aprendizagem por meio de atividades plugadas.

3. A Proposta de Livro Didático

Nesta seção, são apresentados o contexto, o ciclo do processo de elaboração, as habilidades da BNCC Computação envolvidas, a estrutura e organização do livro e os resultados parciais.

3.1. O contexto da proposta

De maneira geral, o livro "*Computação Física e Pensamento Computacional - Minha Casa Automatizada*" está sendo elaborado com o objetivo de fornecer aos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II (EFII) uma introdução às habilidades e conceitos básicos das sintaxes das linguagens de programação e do Pensamento Computacional, mediada pela utilização de artefatos tangíveis da Computação Física. Esta proposta faz parte de uma coletânea de quatro livros que estão sendo desenvolvidos com a intenção de serem distribuídos gratuitamente sob uma licença *Creative Commons 4.0*. O projeto é fruto de um trabalho colaborativo entre quatro acadêmicos de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), um doutorando e um professor doutor em Física, vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PP-GET/IFAM).

O livro considera prioritariamente as principais habilidades e objetos de conhecimento do eixo PC da BNCC Computação (Seção 3.3). Ainda que ele esteja sendo consolidado sob uma perspectiva voltada para as habilidades do EFII, é importante destacar que ele também poderá ser utilizado para estimular o desenvolvimento (ou em preparo para o desenvolvimento) de habilidades mais gerais da BNCC Computação do Ensino Médio, como, por exemplo, a habilidade EM13CO16 [Brasil 2022a]. Além disso, acreditamos que ele pode ser amplamente utilizado de maneira interdisciplinar para evidenciar o desenvolvimento da Competência Geral 5 da BNCC, visto que, por meio das atividades práticas, os alunos serão incentivados a: utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação, produzir conhecimento e resolver problemas [Brasil 2018].

Em relação à Computação Física, o livro utiliza, na apresentação dos conceitos e das práticas que devem estimular as habilidades do PC, os equipamentos de *hardware* — microcontrolador Arduino — e os ambientes de desenvolvimento de *software* — programação visual (PictoBlox). No que diz respeito a essas ferramentas, elas foram escolhidas principalmente por serem recursos gratuitos e/ou de baixo custo [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a]. O PictoBlox, por sua vez, apresenta muitas similaridades com o Scratch, além de possuir facilidade de instalação, integração simples e otimizada com o Arduino, suporte ao idioma português e bibliotecas integradas [Costa-Junior and

Anglada-Rivera 2023a]. Já o Arduino tem sido amplamente utilizado para construir projetos de Computação Física [Culkin and Hagan 2019], sendo uma solução de baixo custo em comparação a outras placas microcontroladoras [Costa-Junior et al. 2023], destacando-se por sua facilidade de uso e natureza aberta [Monk 2013].

Embora essas tecnologias possam representar um problema para a devida utilização do livro, já que algumas escolas podem não dispor dessas ferramentas ou de recursos financeiros para adquiri-las, é preciso considerar que algumas instituições de ensino já dispõem de laboratórios dedicados para esse tipo de atividades práticas. Além disso, essa iniciativa pode acabar estimulando as secretarias de educação a adquirirem estas ferramentas para colocar em prática aquilo que é definido pelas diretrizes da BNCC Computação. Como exemplo, no contexto da educação básica do estado do Amazonas, o projeto “Fazer para Aprender” já beneficiou mais de 80 escolas com equipamentos voltados para atividades práticas que envolvem conceitos e tecnologias da Computação [Seduc AM 2024].

Sobre o contexto de utilização, o livro leva em consideração a perspectiva da prática de atuação profissional do egresso do curso de Licenciatura em Computação. Contudo, acreditamos que ele também poderá ser utilizado por professores graduados em outras áreas de conhecimento, como Física, Matemática, etc., desde que esses profissionais possuam uma formação mínima sobre os conceitos e recursos enfatizados no livro. Na tentativa de mitigar possíveis dificuldades na utilização do livro pelos professores, a proposta apresentada neste artigo também considera a elaboração de uma versão do livro com orientações para os professores que deverão utilizá-los.

Em relação ao conteúdo programático e ao quantitativo de atividades, o livro considera que seu conteúdo poderá ser utilizado ao longo de quatro bimestres letivos. Ou seja, são sugeridos quatro projetos práticos que podem ser desenvolvidos em disciplinas específicas sobre o ensino de Computação ou de maneira interdisciplinar, para os casos das escolas que ainda não possuam um currículo de referência estadual ou municipal.

3.2. Ciclo e Processo de Elaboração do Livro

Nesta seção, são apresentadas as principais etapas do ciclo de desenvolvimento e validação da proposta de livro (Tabela 1).

3.3. Habilidades da BNCC Computação envolvidas

A Tabela 2 apresenta uma síntese das principais habilidades da BNCC Computação que deverão ser abordadas no livro do 6º ano. Nesse sentido, elas estão organizadas em dois grupos: 1 - Primárias: tratam-se das habilidades do PC do 6º ano e que serão prioritariamente envolvidas no processo de execução das atividades e de avaliação da aprendizagem e 2 - Secundárias: relacionadas à habilidades do PC de anos anteriores (1º ao 5º) e dos demais eixos da BNCC Computação (Mundo Digital e Cultura Digital).

3.4. Estrutura e Organização

Nesta seção, são apresentados os principais elementos da estrutura organizacional do livro e algumas evidências do seu processo de desenvolvimento (Figura 1 - Versão ampliada). Nesse sentido, a Figura 1a apresenta uma visão geral do conteúdo programático, a Figura 1b evidencia o protótipo de baixa fidelidade de uma das atividades práticas e

Tabela 1. Descrição das etapas do ciclo de desenvolvimento do livro.

Etapa	Descrição
1	Mapeamento e definição das habilidades do PC na BNCC Computação: Nesta etapa, foram realizadas análises para identificar as habilidades associadas ao eixo PC nos direcionamentos do 6º ano da BNCC Computação. Além disso, também foram definidas as habilidades que poderiam ser desenvolvidas no processo de construção de artefatos da Computação Física. A lista completa das habilidades envolvidas na proposta de livro pode ser observada na seção 3.3.
2	Definição do tema, conteúdo programático e objetivos das atividades: Esta etapa foi caracterizada essencialmente pela escolha do tema e do contexto central onde as atividades deveriam estar envolvidas. Sendo assim, as atividades são ambientadas com exemplos do contexto mais próximo do dia a dia dos alunos, ou seja, a própria casa deles. Dessa maneira, acreditamos que eles possam visualizar como a Computação poderia auxiliar/otimizar a resolução de problemas cotidianos. Em seguida, tendo em mente as habilidades da BNCC Computação, foram definidos os principais conceitos que deveriam compor o conteúdo programático do livro. Por fim, nesta etapa foram elaboradas as primeiras versões dos objetivos das atividades de cada um dos projetos (um por bimestre).
3	Definição dos requisitos de hardware e software das atividades: Nesta etapa, foram descritos os principais requisitos de <i>software</i> e <i>hardware</i> para cada um dos projetos. Em relação ao código básico (<i>software</i>), inicialmente foram listados todos os requisitos que precisariam ser atendidos e os blocos do PictoBlox a serem utilizados. No que diz respeito aos componentes de <i>hardware</i> , foram definidos todos os elementos (Arduino, sensores, jumpers, etc.) necessários para a construção do artefato físico dos projetos.
4	Elaboração de protótipos de baixa, média e alta fidelidade: Nesta etapa, está sendo realizada a prototipação e validação das atividades dos projetos. No protótipo de baixa fidelidade (Figura 1b), foram elaboradas ilustrações com uma visão geral da integração de todos os componentes (<i>Hardware e Software</i>) que deveriam fazer parte de cada um dos projetos. Em seguida, nos protótipos de média fidelidade (Figura 1c), foram desenvolvidas as primeiras versões do código básico e do circuito eletrônico das atividades. A ideia é que, nesta versão, os requisitos funcionais e a integração dos componentes possam ser validados, sem considerar as questões mais gerais de estética e design das atividades.
5	Definição e construção dos instrumentos avaliativos: Nesta etapa, deverão ser elaborados os instrumentos que poderão ser utilizados para avaliar a aprendizagem em cada uma das atividades propostas. Embora o livro aborde prioritariamente os conceitos por meio de abordagens plugadas com a Computação Física, ele também deverá apresentar exemplos de avaliações fundamentadas em abordagens desplugadas.
6	Validação e avaliação das atividades - Professores e Alunos: Nesta etapa, serão realizados processos de validação e avaliação das atividades por terceiros. Inicialmente, egressos do curso de Licenciatura em Computação serão convidados a executar algumas das atividades com o objetivo de validá-las e fornecer <i>feedback</i> . Além disso, validações serão realizadas com professores de outras áreas do conhecimento, como Física e Matemática, com a intenção de que eles contribuam para aprimorar o material e ajustá-lo às necessidades educacionais dos alunos. Finalmente, oficinas serão conduzidas para validar as atividades com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental II.
7	Revisão e correção das atividades: Nesta etapa, serão realizadas revisões e possíveis correções nas atividades do livro. De maneira geral, espera-se utilizar os <i>feedbacks</i> dos professores e alunos para ajustar eventuais inconsistências identificadas nos objetivos, requisitos, orientações e organização das atividades.
8	Diagramação e publicação do livro: Por fim, esta etapa será utilizada para elaborar um <i>design</i> gráfico e realizar a diagramação dos recursos do livro no <i>template</i> . Além disso, deverão ser providenciados o ISBN e a ficha catalográfica da obra.
Concluída — Em Andamento — Não iniciada	

Tabela 2. Habilidades da BNCC Computação abordadas na proposta de livro.

Habilidades Primárias
<p>EF06CO02 - Elaborar algoritmos que envolvam instruções sequenciais, de repetição e de seleção usando uma linguagem de programação;</p> <p>EF06CO03 - Descrever com precisão a solução de um problema, construindo o programa que implementa a solução descrita;</p> <p>EF06CO04 - Construir soluções de problemas usando a técnica de decomposição e automatizar tais soluções usando uma linguagem de programação;</p> <p>EF06CO05 - Identificar os recursos ou insumos necessários (entradas) para a resolução de problemas, bem como os resultados esperados (saídas), determinando os respectivos tipos de dados, e estabelecendo a definição de problema como uma relação entre entrada e saída.</p>
Habilidades Secundárias
<p>EF05CO03 - Realizar operações de negação, conjunção e disjunção sobre sentenças lógicas e valores 'verdadeiro' e 'falso';</p> <p>EF05CO04 - Criar e simular algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, que incluam sequências, repetições e seleções condicionais para resolver problemas de forma independente e em colaboração;</p> <p>EF05CO05 - Identificar os componentes principais de um computador (dispositivos de entrada/saída, processadores e armazenamento);</p> <p>EF05CO06 - Reconhecer que os dados podem ser armazenados em um dispositivo local ou remoto;</p> <p>EF15CO04 - Aplicar a estratégia de decomposição para resolver problemas complexos, dividindo esse problema em partes menores, resolvendo-as e combinando suas soluções.</p>

a Figura 1c mostra um dos autores validando os requisitos de *hardware* e *software* de um protótipo de média fidelidade. Um quadro contendo uma versão mais detalhada do conteúdo programático do livro pode ser observada neste link, uma versão mais descritiva dos objetivos, requisitos e sugestão de questões avaliativas sobre as atividades (projetos) pode ser visualizado neste link e os protótipos de baixa fidelidade dos 4 projetos podem ser encontrados neste link.



Figura 1. Estrutura e organização da proposta de livro

3.5. Resultados Parciais

Os resultados alcançados até a etapa 4 do ciclo de desenvolvimento, apresentam evidências significativas quanto à viabilidade de construção e validação inicial das atividades planejadas. Além disso, o ciclo descrito na Tabela 1 tem se constituído como uma estratégia eficaz nesse processo de desenvolvimento do livro didático.

Atualmente, os autores do livro estão conduzindo os processos de validação e refinamento dos protótipos de baixa e média fidelidade, com o objetivo de identificar ajustes a serem realizados nos requisitos de *hardware* e *software* de cada um dos projetos. Esse processo tem permitido identificar possíveis inconsistências em seus requisitos e garantir que as atividades estão adequadas para a faixa etária e nível de ensino.

4. Considerações Parciais

Até o presente momento, as etapas do ciclo de desenvolvimento já superadas não apresentaram impedimentos significativos. Nesse sentido, como próximos passos, deverão ser finalizados os protótipos de média e alta fidelidade (etapa 4), para em seguida iniciar as etapas que ainda restam (etapas 5 a 8).

Referências

- ArmEducation (2024). *Teaching with Physical Computing: Introduction to Project-Based Learning*. Arm Education. Disponível em: <https://tinyurl.com/4752y973>. Acesso em: 16 de jul. 2024.
- BBC, L. (2015). *Introduction to Computational Thinking*. Disponível em: <https://bit.ly/42IqCJr>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Bordini, A., Avila, C. M. O., Weisshahn, Y., da Cunha, M. M., da Costa Cavalheiro, S. A., Foss, L., Aguiar, M. S., and Reiser, R. H. S. (2016). Computação na educação básica no brasil: o estado da arte. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 23(2):210–238. Disponível em: <https://tinyurl.com/ytm5hbtw>. Acesso em: 19 de jun. 2024.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica. 2017. 226 f.* PhD thesis, Tese (Doutorado em Informática na Educação)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://bit.ly/43soeaM>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Disponível em: <https://tinyurl.com/yeynrtp9>. Acesso em: 12 de jun. 2024.
- Brasil (2022a). Normas sobre computação na Educação Básica – BNCC Computação. Disponível em: <https://tinyurl.com/388jfb2m>. Acesso em: 12 de jun. 2024.
- Brasil (2022b). PARECER CNE/CEB Nº: 2/2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/yjbnkztv5>. Acesso em: 12 de jun. 2024.
- Brasil (2023). Política Nacional de Educação Digital (PNED). Lei Nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. <https://bit.ly/3kEmfis>. Acesso em: 07 de ago. 2024.
- Carvalho, F. and Braga, M. (2022). Pensamento computacional na educação brasileira: um olhar segundo artigos do congresso brasileiro de informática na educação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30:237–261. Disponível em: <https://tinyurl.com/2s7c79yb>. Acesso em: 09 de jul. 2024.
- Cavalcante, M. A. and Santos, E. M. F. (2021). Eletrônica criativa: Uma estratégia metodológica para o ensino e aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade híbrida de ensino: Introdução. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43. Disponível em: <https://tinyurl.com/bdctj4az>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- Code.Org (2016). *Computational Thinking*. Disponível em: <https://bit.ly/3J00QJo>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Code.org (2023). *Micro:bit Physical Computing Fundamentals*. Disponível em: <https://tinyurl.com/wtxyfv67>. Acesso em: 09 de jul.2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2022). Pensamiento computacional: Reflexiones sobre la formación inicial docente en brasil. In *Memorias del Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional*. México: Xalapa – Veracruz. SIPECO. Disponível em: <https://tinyurl.com/4aj7z3e4>. Acesso em: 08 de mar. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2023a). Computação Física: Uma proposta de livro para a formação de professores utilizando arduino e pictoblox. In *Anais*

- do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 877–888. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/trhwmz5f>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2023b). Pensamiento computacional: Reflexiones sobre la formación inicial docente en brasil. In AmexComp, editor, *Pensamiento Computacional en Iberoamérica*. Academia Mexicana de Computación. Disponível em: <https://tinyurl.com/4aj7z3e4>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2024a). BNCC Computação: O que os acadêmicos de licenciatura precisam saber sobre o Pensamento Computacional? In *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 878–891, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/ef39eb3x>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2024b). O Pensamento Computacional no processo de ensino e aprendizagem da Física: Uma revisão sistemática. In *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 525–540, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/48usdtx6>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O. and Anglada-Rivera, J. (2024c). Uma proposta de instrumento avaliativo para identificar habilidades do pensamento computacional por meio da computação física. In *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 314–324. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/mvybnce7>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Costa-Junior, A. d. O., Guedes, A. d. J., Souza, G. G., and Anglada-Rivera, J. (2023). *Computação Física: Programando sensores e componentes com Arduino e PictoBlox*, volume 1. 1 ed. Manaus - AM: Ed. dos autores. Disponível em: <http://www.computacaofisica.com.br/>. Acesso em: 12 de jun. 2024.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). Computational thinking—a guide for teachers. Disponível em: <https://bit.ly/43MYp52>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- CSTA-ISTE (2011). Computational Thinking - Teacher resources. 2a. ed. Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE). Disponível em: <https://bit.ly/3qsKmDo>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Culkin, J. and Hagan, E. (2019). *Aprenda eletrônica com Arduino: Um guia ilustrado de eletrônica para iniciantes*. Novatec Editora.
- Cutumisu, M., Adams, C., and Lu, C. (2019). A scoping review of empirical research on recent computational thinking assessments. *Journal of Science Education and Technology*, 28(6):651–676. Disponível em: <https://tinyurl.com/32czaye9>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- DesPortes, K. S. (2018). Physical computing education: Designing for student authorship of values-based learning experiences. *Georgia Institute of Technology*. Disponível em: <https://tinyurl.com/5e8rm4pe>. Acesso em: 07 de jul. 2024.
- FieldsOfCS (2023). *Physical Computing - Robotics - Processors and Chips*. CSforALL. Disponível em: <https://tinyurl.com/yjee3vjh>. Acesso em: 16 de jul. 2024.

- França, R. and Tedesco, P. (2019). Sertão. bit: Um livro-jogo de difusão do pensamento computacional. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, pages 278–287. Disponível em: <https://tinyurl.com/2s7c79yb>. Acesso em: 17 de jul. 2024.
- França, R. S. d. (2020). *Uma abordagem pedagógica incorporada para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental*. PhD thesis, Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://tinyurl.com/mskeb8kr>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Gorgônio, F. L. and Vale, K. M. (2023). Introdução ao pensamento computacional no ensino fundamental: Um relato de experiência em escolas distritais. In *Anais do VIII Congresso sobre Tecnologias na Educação*, pages 463–466. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/msmuj27n>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- Gouws, L. A., Bradshaw, K., and Wentworth, P. (2013). Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 10–15. Disponível em: <https://tinyurl.com/4xzmrr7t>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- Grover, S. and Pea, R. (2013). Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1):38–43. Disponível em: <https://bit.ly/3MSpYmr>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Guarda, G. F. and Pinto, S. C. C. (2020). Dimensões do pensamento computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. In *Simpósio brasileiro de informática na educação (SBIE)*, pages 1463–1472. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/yrj8jcb4>. Acesso em: 09 de jul. 2024.
- Hodges, S., Sentance, S., Finney, J., and Ball, T. (2020). Physical computing: A key element of modern computer science education. *Computer*, 53(4):20–30. Disponível em: <https://tinyurl.com/2xz3t7hm>. Acesso em: 07 de jul. 2024.
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., and Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3):583. Disponível em: <https://tinyurl.com/5n8nu2fn>. Acesso em: 07 de ago. 2024.
- Liukas, L. (2015). *Hello Ruby: adventures in coding*, volume 1. Macmillan.
- Monk, S. (2013). *Programação com Arduino: começando com Sketches*. Bookman Editora.
- O’Sullivan, D. and Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Course Technology Press.
- Papert, S. A. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic books.
- Przybylla, M., Henning, F., Schreiber, C., and Romeike, R. (2017). Teachers’ expectations and experience in physical computing. In *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming: 10th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2017, Helsinki, Finland, November 13-15, 2017, Proceedings 10*, pages 49–61. Springer. Disponível em: <https://tinyurl.com/36tatvnf>. Acesso em: 22 de jul. 2024.

- Raabe, A., Viana, C., and Calbusch, L. (2020). Ct puzzle test: Em direção a uma avaliação interativa do pensamento computacional. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1683–1692. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/3wkk2ubf>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- Román-Gonzalez, M., Pérez-González, J. C., and Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de pensamiento computacional: diseño y psicometría general. In *Iii congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad (CINAIC 2015)*, pages 1–6. Disponível em: <https://tinyurl.com/5dd54wea>. Acesso em: 22 de jul. 2024.
- Santana, B. L., Araújo, L. G. d. J., and Bittencourt, R. A. (2019). Série Computação Fundamental. Disponível em: <https://tinyurl.com/mu6fjbkt>. Acesso em: 16 de jul. 2024.
- Santana, B. L., Chavez, C. v. F. G., and Bittencourt, R. A. (2021). Uma definição operacional para pensamento computacional. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 93–103. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/4fuuc5mc>. Acesso em: 07 de ago. 2024.
- Santos, P. S., Araujo, L. G. J., and Bittencourt, R. A. (2018). A mapping study of computational thinking and programming in brazilian k-12 education. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8. IEEE. Disponível em: <https://tinyurl.com/4eu4ft5d>. Acesso em: 07 de ago. 2024.
- Seduc AM (2024). Projeto Fazer para Aprender. Secretaria de Estado de Educação do Amazonas (SEDUC-AM). Disponível em: <https://tinyurl.com/4w82f5jk> Acesso em: 17 set. 2024.
- Selby, C. and Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. Disponível em: <https://tinyurl.com/36j3udaf>. Acesso em: 07 de ago. de 2024.
- Silva, I., França, R., and Pontual Falcão, T. (2021). Recursos para o desenvolvimento do pensamento computacional: da identificação à avaliação. *Revista Tecnologias na Educação*, 13(35). Disponível em: <https://tinyurl.com/bc6kmyd9>. Acesso em: 24 de jun. 2024.
- Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista E-curriculum*, 14(3):864–897. Disponível em: <https://tinyurl.com/mwm5edt2>. Acesso em: 09 de jul. 2024.
- Wing, J. (2017). Computational thinking’s influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2):7–14. Disponível em: <https://tinyurl.com/ycfmwfy7>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35. Disponível em: <https://tinyurl.com/8rvzjktv>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Zanetti, H. A. and Borges, M. A. (2021). Por que estimular a aprendizagem significativa no ensino de programação orientada a objetos? In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 290–295. SBC. Disponível em: <https://tinyurl.com/54dpfypy>. Acesso em: 07 de jul. 2024.

Zanetti, H. A. P., Borges, M. A. F., and Ricarte, I. L. M. (2023). Comfapoo: Método de ensino de programação orientada à objetos baseado em aprendizagem significativa e computação física. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 31:01–30. Disponível em: <https://tinyurl.com/ycxa6xks>. Acesso em: 22 de mai. 2024.

Zhong, B., Wang, Q., Chen, J., and Li, Y. (2016). An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 53(4):562–590. Disponível em: <https://tinyurl.com/3zpksxum>. Acesso em: 22 de jul. 2024.