

Computação Física e Pensamento Computacional - Cidades Automatizadas: Uma Proposta de Livro Didático para o 7^o Ano

Julian Coelho Bentes¹, Eloína Ferreira Flores¹, Andrey de Jesus Guedes¹,
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

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

jose.anglada@ifam.edu.br

Abstract. *Computational Thinking (CT) skills are considered essential for individuals in the 21st century. In this regard, the BNCC Computing recommends that these skills be encouraged in students from Early Childhood Education through High School. To achieve this, it will be necessary to invest in the creation of teaching materials appropriate for the different age groups of these students, taking into account the curricular guidelines and the particularities of the Brazilian educational context. In light of this, this article presents the partial results of the development of a textbook aimed at stimulating Computational Thinking skills through Physical Computing, targeted at seventh-grade students in Middle School.*

Resumo. *As habilidades de Pensamento Computacional (PC) têm sido consideradas essenciais para os indivíduos do século XXI. Nesse sentido, a BNCC Computação preconiza que essas habilidades devem ser incentivadas nos alunos desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Para isso, será necessário investir na criação de materiais didáticos apropriados às diferentes faixas etárias desses estudantes, considerando os direcionamentos curriculares e as particularidades do contexto educacional brasileiro. Diante disso, este artigo apresenta os resultados parciais do desenvolvimento de um livro didático que visa estimular as habilidades de Pensamento Computacional por meio da Computação Física, direcionado aos alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental II.*

1. Introdução

As habilidades do Pensamento Computacional (PC) têm sido amplamente destacadas em vários estudos como fundamentais para os indivíduos no século XXI [de Oliveira Glitz et al. 2017, Henderson et al. 2007]. De acordo com Borges (2021), Radaelli et al. (2021) e Braz (2021), essas habilidades podem auxiliar na sistematização de estratégias para

resolução de problemas, além de contribuir para a construção de modelos mentais e o desenvolvimento de outras capacidades cognitivas.

Em diversos países, como Alemanha, Argentina, Austrália, Coreia do Sul, Escócia, França, EUA, Finlândia, Grécia, Índia, Israel, Japão, Nova Zelândia e Reino Unido, entre outros [Brackmann 2017], há um movimento crescente em torno do desenvolvimento das habilidades de PC nos estudantes da Educação Básica. O Brasil, nesse contexto, também tem enfatizado a importância dessas habilidades [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2022, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023b], incluindo o Pensamento Computacional como um dos três principais eixos nas Normas sobre Computação na Educação Básica (BNCC Computação) [Brasil 2022a] e na Política Nacional de Educação Digital (PNED) [Brasil 2023] [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a].

No que se refere ao PC, Costa-Junior e Anglada-Rivera (2024ac) ressaltam que essas políticas apresentam grandes desafios para sua plena implementação. Entre esses desafios, estão a necessidade de definição clara do conceito e das habilidades associadas ao PC [Cutumisu et al. 2019, Santana et al. 2021], o fortalecimento das práticas de formação inicial e continuada de professores [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2022, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023b], a criação de instrumentos adequados para medir essas habilidades [Román-Gonzalez et al. 2015, Santana et al. 2021], e o desenvolvimento de materiais didáticos voltados ao contexto educacional brasileiro [Gorgônio and Vale 2023, França 2020]. Nesse último aspecto, nota-se que muitas das atividades atuais utilizam abordagens desplugadas [Silva et al. 2021], e há uma oferta limitada de materiais, geralmente focados em apenas um tipo de abordagem ou projeto [Grover et al. 2015, Santana et al. 2021]. Além disso, muitos desses recursos não apresentam diretrizes claras de uso, nem de como integrá-los aos conteúdos curriculares de forma efetiva [Silva et al. 2021].

Diante deste cenário, e visando ampliar as opções de materiais didáticos sobre o tema, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de livro didático voltado ao desenvolvimento das habilidades de Pensamento Computacional (PC) em estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental II, utilizando a Computação Física. Para descrever os resultados parciais, o artigo está estruturado da seguinte maneira: a revisão da literatura é apresentada na Seção 2; a proposta de livro é detalhada na Seção 3; e, finalmente, as considerações parciais são discutidas 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

Os primeiros registros do termo “Computação Física” foram encontrados na obra intitulada *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers* de O’Sullivan e Igoe [O’Sullivan and Igoe 2004]. Nesse livro, os autores afirmam que a Computação Física (CF) envolve a criação de uma conversa entre o mundo físico e o ambiente virtual do computador.

De acordo com Brasileiro (2013), a CF caracteriza-se pelo uso de sensores para capturar dados do mundo físico, atuadores para interagir com o ambiente e componentes

eletrônicos que ajudam a fornecer *feedbacks* visuais, auditivos e táteis. Culkin e Hagan (2019) acrescentam que a CF combina *hardware* e *software* para criar sistemas interativos que respondem ao mundo real. Zanetti et al. (2023) reforçam que essa interação entre o mundo real e o ambiente virtual pode facilitar a compreensão dos processos de entrada, processamento e saída de informações.

Nesse contexto, a CF pode tornar os conceitos mais acessíveis aos estudantes, ao reduzir a abstração e criar conexões com o mundo real, permitindo ao aprendiz estabelecer analogias com o cotidiano e interagir com objetos tangíveis [Przybylla et al. 2017]. Além disso, Hodges et al. (2020) sugerem que a CF pode contribuir positivamente para diversos aspectos, tais como: aumento da motivação, maior tangibilidade e interatividade, estímulo à criatividade, aprendizagem prática através de tentativa e erro, trabalho colaborativo e inclusão.

Com base nesse cenário, o livro didático proposto neste artigo adota a definição de que a *Computação Física é um ambiente de aprendizagem onde são utilizadas estratégias e recursos da Ciência da Computação para resolver problemas práticos através da interação entre o mundo real e o virtual*.

2.2. Sobre o Pensamento Computacional

O termo *Computational Thinking* foi mencionado pela primeira vez na obra “*Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*”, de 1980 [Papert 1980]. Embora Papert não tenha oferecido uma definição formal, ele defendia, em muitas de suas obras, a ideia de que os computadores deveriam fazer parte do cotidiano das pessoas, auxiliando-as na resolução de problemas práticos [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024c].

A popularização do termo Pensamento Computacional (PC) ocorreu a partir das publicações de Jeannette Wing em 2006 [Wing 2006]. Em sua definição mais atualizada, Wing (2017) descreve o PC como “*os processos de pensamento necessários para formular um problema e expressar suas soluções de modo que um computador — seja humano ou máquina — possa executá-las de forma eficiente*”.

Por outro lado, a *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) [CSTA-ISTE 2011] afirmam que o PC envolve a resolução de problemas, o design de sistemas e a compreensão do comportamento humano, utilizando princípios da Ciência da Computação. Essas organizações destacam habilidades como: formulação de problemas, lógica, algoritmos, representação de dados, abstração, automação, generalização e transferência. Grover e Pea (2013) corroboram essa visão, sugerindo que o PC está diretamente relacionado a um conjunto de habilidades cognitivas, incluindo a formulação de problemas e a expressão de suas soluções de maneira que possam ser executadas eficientemente por computadores, humanos ou ambos.

Na perspectiva 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 *envolve a capacidade de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções de maneira metódica e sistemática, através do desenvolvimento de algoritmos* [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024a].

Embora não haja um consenso unânime sobre uma única definição de Pensamento Computacional ou sobre as habilidades que ele abrange [Román-Gonzalez et al. 2015, Cutumisu et al. 2019, Santana et al. 2021, Selby and Woollard 2013, Gouws et al. 2013, Carvalho and Braga 2022, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024a, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2024b], pesquisas conduzidas por organizações como Code.org [Code.Org 2016], BBC Learning [BBC 2015], e *Computing At School* [Csizmadia et al. 2015], bem como os trabalhos de Liukas (2015) e Brackmann (2017), sugerem que o Pensamento Computacional pode ser dividido em quatro pilares principais: 1 - abstração, 2 - reconhecimento de padrões, 3 - decomposição e 4 - algoritmos.

Diante desse contexto, a proposta de livro apresentada neste artigo adota a seguinte definição operacional: “*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 intitulada “Computação Fundamental” consiste em quatro livros didáticos voltados para o ensino de Computação no Ensino Fundamental II [Santana et al. 2019]. Esses materiais oferecem uma gama de atividades tanto plugadas quanto desplugadas, além de incluir orientações para o planejamento de aulas e uma lista de materiais necessários para a execução das atividades propostas. Embora tratem de noções básicas de Informática e introdução à programação, com tópicos sobre robótica nos últimos anos (8º e 9º anos), grande parte do conteúdo foi elaborado com base em currículos internacionais [Santana et al. 2019].

Outro exemplo é o conjunto de guias denominado *Micro:bit Physical Computing Fundamentals*, disponibilizado pela Code.org. Esses guias sugerem diversas atividades práticas focadas no conceito de Computação Física utilizando o microcontrolador Micro:bit [Code.org 2023]. Contudo, vale ressaltar algumas limitações desses guias: além de estarem disponíveis apenas em inglês, as atividades são alinhadas com o currículo de Computação dos Estados Unidos e a placa controladora utilizada, apresenta um custo mais elevado em comparação ao Arduino.

Recentemente, Costa-Junior et al. (2023) lançaram o livro *Computação Física: Programando sensores e componentes com Arduino e PictoBlox*, disponibilizado gratuitamente. Este material foi criado para servir como suporte na formação inicial e continuada de professores de diversas áreas do conhecimento, com o objetivo de capacitá-los a implementar projetos práticos em sala de aula, abordando temas como Ciência da Computação, Pensamento Computacional, Programação, Computação Física, Robótica Educacional e Aprendizagem Criativa [Costa-Junior et al. 2023, Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a]. Os autores também indicam como fontes de consulta valiosas as obras *Learn Electronics with Arduino: An Illustrated Beginner’s Guide to Physical Computing* [Culkin and Hagan 2017], que possui versão em português [Culkin and Hagan 2019], e *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers* de [O’Sullivan and Igoe 2004]. Embora sejam obras pagas, essas referências são fundamentais para aqueles que buscam se aprofundar nos temas de Computação Física e eletrônica.

3. A Proposta de Livro Didático

Nesta seção, são apresentados o contexto de elaboração da proposta, o ciclo de desenvolvimento, as habilidades da BNCC Computação envolvidas, além da estrutura e organização da proposta de livro e dos resultados parciais.

3.1. O contexto da proposta

O livro “*Computação Física e Pensamento Computacional - Cidades automatizadas*” está sendo desenvolvido com o objetivo de introduzir os estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental II (EFII) aos conceitos fundamentais de programação e Pensamento Computacional (PC), utilizando a Computação Física como meio de aprendizagem. A proposta faz parte de uma série composta por quatro livros, elaborados em colaboração entre quatro acadêmicos de Licenciatura em Computação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), um doutorando e um professor doutor em Física vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PPGET/IFAM).

Em geral, o livro considera prioritariamente as principais habilidades e objetos de conhecimento do eixo Pensamento Computacional da BNCC Computação (Seção 3.3). Embora a proposta esteja sendo consolidada sob uma perspectiva das habilidades do eixo PC do Ensino Fundamental II da BNCC Computação, é importante considerar que ele também poderá ser utilizado para estimular o (ou em preparo para) desenvolvimento de habilidades mais gerais da BNCC Computação do Ensino Médio, como por exemplo a habilidade EM13CO16 [Brasil 2022a].

Para atingir esse objetivo, a Computação Física é usada como uma ferramenta didático-tecnológica, com a intenção de mediar o desenvolvimento das habilidades do PC nos alunos. A abordagem pedagógica deve se dar através do uso de componentes de *hardware*, como o microcontrolador Arduino, e de um ambiente de programação visual, o PictoBlox. Ambos foram escolhidos por serem recursos acessíveis e de baixo custo [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a]. O PictoBlox, por exemplo, possui uma interface similar ao Scratch, é fácil de instalar, tem integração otimizada com o Arduino e está disponível em português, além de oferecer bibliotecas integradas [Costa-Junior and Anglada-Rivera 2023a]. O Arduino, por sua vez, é amplamente utilizado em projetos de Computação Física [Culkin and Hagan 2019], devido ao seu baixo custo e à facilidade de uso, características que o tornam ideal para o ambiente escolar [Costa-Junior et al. 2023, Monk 2013].

Sobre o contexto de utilização, ele considera a perspectiva da prática de atuação profissional do egresso do curso de Licenciatura em Computação. Ou seja, espera-se que o professor possua uma formação básica sobre os fundamentos da Ciência da Computação, possuindo conhecimentos suficientes para apresentar os conceitos e guiar os alunos no desenvolvimento das habilidades que são enfatizadas nas atividades. Contudo, acreditamos que ele também poderá ser utilizado por professores graduados em outras áreas de conhecimento, como a Física, Matemática etc., desde que estes profissionais possuam uma formação mínima sobre os conceitos e os recursos enfatizados.

Para facilitar a implementação do livro pelos professores, uma versão específica com orientações didáticas também está em desenvolvimento. Além disso, considerando que alguns docentes podem não ter familiaridade com o Arduino e o PictoBlox, o livro “*Computação Física: Programando sensores e componentes com Arduino e PictoBlox*”

[Costa-Junior et al. 2023] poderá ser utilizado como material introdutório para capacitá-los no uso desses recursos em sala de aula.

Em termos de conteúdo e carga horária, o livro foi estruturado para ser utilizado ao longo de quatro bimestres letivos, com a proposta de desenvolver quatro projetos práticos. Esses projetos podem ser implementados tanto em disciplinas dedicadas ao ensino de Computação quanto de forma interdisciplinar, especialmente em escolas que ainda não possuem um currículo formalmente estruturado em Computação.

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. A Tabela 1 apresenta uma visão geral dessas etapas, bem como o status de execução de cada uma delas.

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 7º 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 consideram que nesta idade os alunos já poderiam observar situações do seu dia a dia para além dos limites da sua casa. Ou seja, o livro aborda problemas mais abrangentes no contexto de uma cidade, na perspectiva de que eles possam contribuir com soluções criativas e inovadoras para otimizar a vida cotidiana das pessoas. 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 <i>hardware</i> e <i>software</i> 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, deverão ser realizados os processos de validação e avaliação das atividades por terceiros. Inicialmente, serão convidados egressos do curso de Licenciatura em Computação para executar algumas das atividades, com a finalidade de validá-las e fornecer <i>feedback</i> sobre elas. Em seguida, deverão ser realizadas oficinas para validar as atividades com alunos do 7º 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	

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 7º ano. Nesse sentido, elas estão organizadas em dois

grupos: 1 - Primárias: tratam-se das habilidades do PC do 7º 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 (6º Ano).

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

Habilidades Primárias	
EF07CO03	- Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares;
EF07CO05	- Criar algoritmos fazendo uso da decomposição e do reuso no processo de solução de forma colaborativa e cooperativa e automatizá-los usando uma linguagem de programação.
Habilidades Secundárias	
EF06CO02	- Elaborar algoritmos que envolvam instruções sequenciais, de repetição e de seleção usando uma linguagem de programação;
EF06CO03	- Descrever com precisão a solução de um problema, construindo o programa que implementa a solução descrita;
EF06CO04	- Construir soluções de problemas usando a técnica de decomposição e automatizar tais soluções usando uma linguagem de programação.

3.4. Estrutura e Organização

Título do Livro: Computação Física e Pensamento Computacional – Cidades Automatizadas **7º ANO**

A Conteúdo Programático		
Seção 1 - Ambientação		
Unidade	Título	Conteúdo
1	Pensamento Computacional	Como o computador resolve um problema?; Trabalhando os pilares: Abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos; Sugestão de Atividade.
2	Computação Física	Definições e características; Conhecendo o Arduino e o Pictoblox; Sugestão de Atividade.
Seção 2 - Conceitos e Aplicações Práticas		
Unidade	Projeto	Conteúdo
Unidade 3	Projeto 1	Estruturas de dados (Lista): Apresentação da definição e características; Exemplo e aplicação prática com Arduino e Pictoblox; Blocos: Evento - (Bandeira verde), Controle (Repetição) - (SEMPRE), Controle (Condição) - (SE e SENÃO), Sensor Arduino - (ler Sensor digital 'generic'), Arduino - (Definir porta digital "ALTO ou Baixo"), Fantasia - (Diga "Led ligado ou Led desligado" por x segundos), Variáveis - (Criar lista, adicione X a Lista_Y).
		Colocando em prática: Objetivo: Elaborar um protótipo utilizando Arduino e Pictoblox que simule um sistema automático de iluminação pública; Requisitos de hardware e software: Elaborar um protótipo utilizando Arduino e Pictoblox que simule um sistema automático de iluminação pública; Sugestão de maquete: Modelo em 3D no Thinkercad.
Unidade 4	Projeto 2	Manipulando dados com operadores e variáveis: Apresentação da definição e características; Exemplos e aplicação prática com Arduino e Pictoblox; Blocos: Evento - (Bandeira verde), Controle (Repetição) - (Sempre), Controle (Condição) - (SE e SENÃO), Variáveis - (Criar Variável, mude X para Variável_Y, Criar lista, Adicione X na Lista_Y), Arduino - (Obter a distância do sensor ultrassônico), Operação - (menor (<), E (and), maior (>)), Arduino - (Definir pino digital como "Alto ou Baixo"), Fantasia - (Diga).
		Colocando em prática: Objetivo: Desenvolver um protótipo utilizando Arduino e Pictoblox que simule um sistema de lixeira automática, que informa o seu atual estado de ocupação; Requisitos de hardware e software: Computadores, arduino, LED RGB, buzzer, protoboard, resistor, sensor ultrassônico; Sugestão de maquete: Modelo em 3D no Thinkercad.
Unidade 5	Projeto 3	Estrutura e Operações em Listas: Apresentação da definição e características; Exemplos e aplicação prática com Arduino e Pictoblox; Blocos: Evento - (Bandeira verde), Controle (Repetição) - (Sempre), Variáveis - (Criar Lista, adicione X na Lista_Y, item X de Lista_Y), Arduino - (Definir pino digital como "Alto ou Baixo"), Controle (Condição) - (SE), Controle - (Espere por X segundos).
		Colocando em prática: Objetivo: Desenvolver um protótipo de sistema utilizando Arduino e Pictoblox que simule um semáforo de trânsito; Requisitos de hardware e software: Sensor de toque, Computador, LEDs, resistor, Arduino e blocos do Pictoblox; Sugestão de maquete: Modelo em 3D no Thinkercad.
Unidade 6	Projeto 4	Integrando listas e sensores: Apresentação da definição e características; Exemplos e aplicação prática com Arduino e Pictoblox; Blocos: Evento (Bandeira verde), Atuadores (servomotor), Fantasia (Diga), Controle (Sempre, Se, Repita até que, Espere x segundos), Variável(mude), Sensor Arduino (Obter a distância do sensor ultrassônico), Operador (Menor "<", maior ">"), Controle (Condição), Arduino (defina pino x0 como x).
		Colocando em prática: Objetivo: Elaborar um protótipo utilizando Arduino e Pictoblox que simule um sistema de segurança no cruzamento entre uma ferrovia e uma rodovia; Requisitos de hardware e software: Sensor Ultrassônico, Computador, LED, buzzer, servomotor, Arduino e blocos do Pictoblox; Sugestão de maquete: Modelo em 3D no Thinkercad.

B Protótipo de Baixa Fidelidade - Projeto 1

Projeto 1 – Iluminação Pública

Fonte: elaboração dos autores.

C Protótipo de Média Fidelidade

Validação dos requisitos de hardware e software

Prototipagem do circuito eletrônico básico do Projeto 1

Fonte: elaboração dos autores.

Figura 1. Estrutura e organização da proposta de livro

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 a Figura 1c mostra um dos autores validando os requisitos de *hardware* e *software* de um protótipo de média fidelidade.

De maneira complementar, 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 um arquivo contendo os protótipos de baixa fidelidade dos 4 projetos principais pode ser encontrado neste link.

3.5. Resultados Parciais

Atualmente, o desenvolvimento do livro está na etapa 4 do ciclo descrito na Tabela 1, que corresponde ao desenvolvimento dos protótipos das atividades. Os resultados parciais indicam que as estratégias adotadas até o momento estão funcionando de maneira satisfatória, apontando para a viabilidade do prosseguimento das próximas fases planejadas.

Neste estágio, os autores têm se concentrado na análise detalhada dos requisitos de *hardware* e *software* dos projetos propostos, realizando ajustes nos componentes utilizados, como microcontroladores, sensores e no ambiente de desenvolvimento. O objetivo é garantir que os projetos possam ser replicados com recursos acessíveis e de fácil manuseio, de modo que possam ser implementados nas salas de aula de forma prática. Até agora, não foram encontrados problemas críticos que comprometam o andamento das atividades, o que reforça a robustez da metodologia aplicada.

4. Considerações Parciais

Como trabalho futuro, espera-se utilizar os *feedbacks* obtidos através do processo de submissão e avaliação deste artigo para aprimorar o desenvolvimento, bem como os objetivos da proposta de livro didático para o 7º ano. Posteriormente, serão iniciadas as etapas restantes (5 a 8) do ciclo de desenvolvimento apresentado na Tabela 1.

Referências

- BBC, L. (2015). *Introduction to Computational Thinking*. Disponível em: <https://bit.ly/42IqCJr>. Acesso em: 22 de mai. 2024.
- Borges, M. e. a. (2021). *O que é pensamento computacional?* Disponível em: <https://tinyurl.com/3shjv4ac>. Acesso em: 24 de mai. 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>. 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.

- Braz, R. d. S. (2021). Robótica educacional e o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica: mapeamento sistemático da literatura. Disponível em: <https://acesse.dev/5t6u6>. Acesso em: 29 de jun. 2024.
- Brazileiro, R. B. (2013). tamarino: uma abordagem visual para prototipagem rápida em computação física. Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil. Disponível em: <https://tinyurl.com/564xb64w>. Acesso em: 24 de mai. 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.
- 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. (2017). *Learn Electronics with Arduino: An Illustrated Beginner's Guide to Physical Computing*. Maker Media, Inc.
- 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.
- de Oliveira Glizt, F. R. et al. (2017). O pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 15(2). Disponível em: <https://tinyurl.com/mr39v6kc>. Acesso em: 23 de jun. 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.
- Grover, S., Pea, R. D., and Cooper, S. (2015). Designing for deeper learning in a blended computer science course for middle school students. *Computer Science Education*, 25:199 – 237. Disponível em: <https://tinyurl.com/3zrh7kzw>. Acesso em: 29 de jun. 2024.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., and Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education*,

- pages 195–196. Disponível em: <https://tinyurl.com/35njauwd>. Acesso em: 29 de jun. 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.
- 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.
- Radaelli, M. R. R., Astudillo, M. V., de Paula, A. A., and Meira, R. R. (2021). Robótica educativa e scratch na perspectiva de projeto na educação básica para desenvolvimento do pensamento computacional frente a cultura digital. *Research, Society and Development*, 10(3):e20010313076–e20010313076. Disponível em: <https://tinyurl.com/2j7csn2c>. Acesso em: 23 de jun. 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.
- 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.
- 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. 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.