

Integração de Aprendizagem Baseada em Problemas e Cultura *Maker* para o desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica

Luís Gustavo Werle Tozevich¹, Jaime Antonio Daniel Filho¹,
Guilherme Brizzi¹, Tiago Steffler¹, Samuel Steffler¹,
Guilherme Meneghetti Einloft¹, Giovani Rubert Librelotto¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

{lgtozevich, jafilho, gbrizzi, gmeinloft, librelotto}@inf.ufsm.br,
{samuel.steffler, tiago.steffler}@acad.ufsm.br

Abstract. *This work presents a pedagogical experience for teaching Computational Thinking (CT) to 9th-grade elementary school students, addressing regional socio-environmental problems, with a focus on the floods that affected Rio Grande do Sul in 2024. Based on the 5E Model and Problem-Based Learning, the proposal integrated digital games, Maker Culture, and Physical Computing in the construction of an automated floodgate model to simulate flood control. The results indicated student engagement and the use of algorithmic concepts in hardware control, highlighting the potential of the approach for teaching CT and promoting active and interdisciplinary learning.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma experiência pedagógica para o ensino de Pensamento Computacional (PC) com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, voltada a problemas socioambientais regionais, com foco nas enchentes que afetaram o Rio Grande do Sul em 2024. Baseada no Modelo 5E e na Aprendizagem Baseada em Problemas, a proposta integrou jogos digitais, Cultura Maker e Computação Física na construção de uma maquete de comporta automatizada para simular o controle de cheias. Os resultados indicaram engajamento discente e uso de conceitos algorítmicos no controle de hardware, destacando o potencial da abordagem para o ensino do PC e a promoção da aprendizagem ativa e interdisciplinar.*

1. Introdução

A inclusão do Pensamento Computacional (PC) na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) consolidou a computação como parte da Educação Básica brasileira. Nesse contexto, o desenvolvimento do raciocínio lógico, da resolução de problemas e da construção de soluções utilizando tecnologias digitais passou a ser incentivado de forma interdisciplinar, aproximando conceitos computacionais de situações reais do cotidiano dos estudantes [Wing 2006, Brasil 2022]. No entanto, apesar desse avanço curricular, ainda existem desafios relacionados à implementação do PC nas escolas, especialmente no que se refere à formação docente, visto que o conhecimento sobre computação costuma ser limitado ao uso de *softwares* apenas como ferramentas de apoio em sala de aula [Oliveira 2020]. Além disso, as atividades desenvolvidas permanecem restritas a intervenções pontuais, como oficinas realizadas no contraturno sem o acompanhamento dos professores, o que

dificulta a incorporação dessas ações à rotina escolar [Brezolin and Silveira 2021]. Paralelamente, eventos socioambientais recentes evidenciam a importância de incorporar ao ensino problemas presentes na realidade dos estudantes. No estado do Rio Grande do Sul, as enchentes ocorridas em 2024 causaram impactos severos em diferentes municípios, afetando milhares de pessoas e ampliando discussões sobre prevenção, monitoramento e controle de cheias [Governo do RS 2024]. Nesse cenário, o uso de tecnologias digitais associado à resolução de problemas reais pode contribuir para o desenvolvimento de práticas educacionais mais significativas e interdisciplinares.

Diante disso, este trabalho apresenta um relato de experiência desenvolvido com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, voltado ao ensino de PC a partir de uma problemática socioambiental regional. A proposta baseia-se na ampliação de uma arquitetura metodológica fundamentada no Modelo 5E para o ensino de PC, previamente apresentada em estudo anterior dos autores [Filho et al. 2025]. Enquanto o trabalho anterior esteve voltado ao desenvolvimento de atividades em ambientes digitais, a presente experiência expande essa abordagem por meio da integração da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), Cultura *Maker* e Computação Física, incorporando prototipagem física e automação ao processo de aprendizagem. O trabalho apresenta as potencialidades e os desafios observados durante a implementação da proposta.

A intervenção integrou o uso de jogos digitais para fundamentação lógica da construção de uma maquete automatizada de comporta, utilizando sensores e microcontroladores. Durante a atividade, os estudantes desenvolveram soluções relacionadas ao monitoramento do nível da água e à automação do sistema construído, aplicando conceitos algorítmicos em um contexto interdisciplinar e conectado a um problema real. A experiência buscou promover uma aprendizagem ativa e contextualizada, estimulando o protagonismo estudantil, o trabalho colaborativo e a aplicação prática de conceitos computacionais em situações concretas.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve os procedimentos e o desenvolvimento da experiência pedagógica; a Seção 4 apresenta os resultados e a discussão da intervenção; e, por fim, a Seção 5 traz as considerações finais.

2. Revisão bibliográfica e trabalhos relacionados

O PC é compreendido como uma habilidade essencial para a formação de sujeitos no século XXI, por contribuir para a resolução de problemas em diferentes áreas, e não apenas na Ciência da Computação [Wing 2006, Grover and Pea 2013]. Segundo Wing [Wing 2011], o PC corresponde ao processo de formular problemas e estruturar soluções de forma que possam ser executadas por humanos ou máquinas, envolvendo não apenas programação, mas raciocínio lógico, abstração e modelagem de situações concretas. Esses elementos são organizados em quatro pilares que podem ser visualizados na Figura 1. A decomposição diz respeito a dividir problemas complexos em partes menores; o reconhecimento de padrões, a identificar semelhanças entre problemas; a abstração, a selecionar as informações mais relevantes; e os algoritmos, a definir sequências lógicas de passos para a resolução [Brackmann 2017].

Brennan e Resnick [Brennan and Resnick 2012] propuseram um modelo tridimensional para a análise do desenvolvimento do PC, organizado em três dimensões: con-

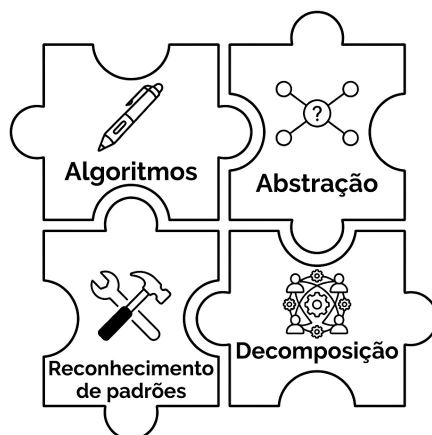


Figura 1. Principais pilares do Pensamento Computacional.

ceitos computacionais, como sequências, condicionais e laços; práticas computacionais, como depuração, reutilização e desenvolvimento incremental; e perspectivas computacionais, que dizem respeito à forma como o estudante passa a compreender e utilizar a tecnologia como instrumento de expressão e criação.

No contexto brasileiro, a Resolução CNE/CEB nº 1/2022 estabelece normas complementares à BNCC para o ensino de Computação [Brasil 2022]. O documento organiza a área em três eixos principais: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. O eixo de PC enfatiza o desenvolvimento do raciocínio lógico e da resolução de problemas, o Mundo Digital aborda aspectos relacionados ao funcionamento das tecnologias computacionais, e a Cultura Digital envolve práticas críticas, éticas e criativas mediadas pelas tecnologias digitais. Apesar desse avanço, a implementação do PC nas escolas ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo relacionados à formação docente e à ausência de modelos pedagógicos consolidados [Oliveira 2020, Schulz and Schmachtenberg 2017, Pinho et al. 2016].

No estudo de Brackmann [Brackmann 2017], o desenvolvimento do Pensamento Computacional é promovido prioritariamente por meio de atividades desplugadas na Educação Básica, enfatizando a construção gradual de noções como decomposição e algoritmos sem depender, inicialmente, de recursos tecnológicos, estratégia que se aproxima deste trabalho ao valorizar a progressão conceitual e a redução da abstração inicial, mas se diferencia por não avançar, necessariamente, para a materialização de uma solução automatizada. Complementarmente, o panorama apresentado por Brezolin e Silveira [Brezolin and Silveira 2021] evidencia a recorrência do uso de ferramentas como *Scratch* e *Code.org* para introduzir programação em blocos e estruturas como sequências e condicionais. Essa abordagem aproxima-se da proposta deste trabalho quanto à transição para o ambiente digital, embora, em muitos cenários, as atividades permaneçam focadas no ambiente virtual e menos conectadas à Computação Física e a um problema local. O trabalho anterior dos autores [Filho et al. 2025], fundamentado no Modelo Instrucional 5E [Bybee et al. 2006], cujas etapas estão ilustradas na Figura 2, demonstrou que essa metodologia pode promover engajamento e apropriação de conceitos abstratos, como a simulação de física em jogos digitais, conectando a programação à Matemática e à Física de forma interdisciplinar. Além disso, a literatura tem destacado

a relevância da computação física como estratégia para aproximar conceitos computacionais de aplicações concretas. Culkin e Hagan [Culkin and Hagan 2017] definem a computação física como a utilização de sensores, dispositivos e atuadores capazes de conectar informações do mundo real às respostas dos algoritmos. Nesse contexto, abordagens fundamentadas em interfaces tangíveis contribuem para a compreensão de conceitos abstratos por meio da experimentação prática e da observação concreta de comportamentos dinâmicos [Zuckerman et al. 2005]. Nessa perspectiva, ambientes de programação tangível ampliam esse potencial ao conectar a criação de algoritmos a ações concretas no mundo físico, o que tende a tornar as atividades mais interativas e a estimular um engajamento multissensorial consistente durante a aprendizagem [Panaggio et al. 2019].

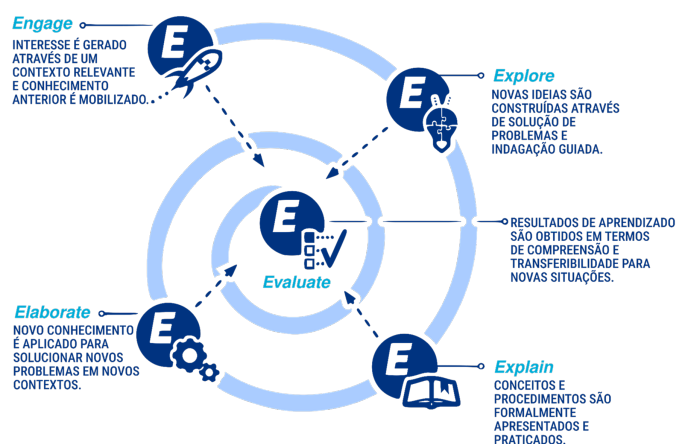


Figura 2. Ciclo de aprendizagem do Modelo Instrucional 5E. Adaptado de [Ruiz Martín and Bybee 2023].

Por conseguinte, a Cultura *Maker* configura-se como uma abordagem relevante para o desenvolvimento do PC [Morado et al. 2021, Blikstein et al. 2023]. Fundamentada na perspectiva do “aprender fazendo”, discutida por Papert [Papert 1980], essa abordagem valoriza processos de criação, experimentação e construção de artefatos físicos e digitais como parte do processo de aprendizagem [Moura et al. 2025]. Sua aproximação com a BNCC ocorre em função das competências relacionadas à utilização crítica e criativa das tecnologias na resolução de problemas e na produção de soluções contextualizadas [Brasil 2022, Cysneiros Filho et al. 2021]. Nesse sentido, práticas associadas à Cultura *Maker* favorecem maior participação dos estudantes nas atividades propostas, estimulando a autoria, a colaboração e a articulação entre conhecimentos teóricos e aplicações práticas [Moura et al. 2025, Morado et al. 2021, Chan and Blikstein 2018, Castro et al. 2023].

Dessa forma, por meio de plataformas como o Arduino, os estudantes podem desenvolver sistemas capazes de interagir com o ambiente físico por meio da leitura de sensores, do acionamento de atuadores e da automatização de dispositivos [Chung and Lou 2021, Noordin 2024]. Essa interação possibilita que conceitos computacionais deixem de estar restritos ao ambiente virtual e passem a produzir respostas observáveis [Juškevičienė et al. 2021, Chung and Lou 2021]. Além disso, estudos indicam que atividades fundamentadas em Computação Física favorecem abordagens interdisciplinares ao articular conteúdos de programação com áreas como Física, Matemática e

Ciências, ampliando as possibilidades de contextualização e experimentação no ambiente escolar [Juškevičienė et al. 2021, Sari et al. 2022, Chung and Lou 2021].

Por fim, a PBL propõe que o processo de aprendizagem seja conduzido a partir da investigação de problemas reais e contextualizados, sem uma única solução previamente definida [Ali 2019, Asri et al. 2024]. Ao inserir os estudantes em situações próximas de sua realidade, essa abordagem estimula o protagonismo discente, o trabalho colaborativo e a mobilização integrada de conhecimentos de diferentes áreas [Chan and Blikstein 2018, Moura et al. 2025]. Estudos apontam que a utilização de problemas contextualizados pode contribuir para reduzir o nível de abstração associado aos conceitos computacionais, favorecendo processos de aprendizagem mais significativos e conectados às experiências dos estudantes [Shin et al. 2021, Juškevičienė et al. 2021, Sari et al. 2022]. Diante disso, a intervenção pedagógica proposta neste trabalho articula essas diferentes abordagens sob a estrutura do Modelo 5E.

3. Metodologia

Esta pesquisa configura-se como um relato de experiência de natureza predominantemente qualitativa, conduzido sob a abordagem da pesquisa-ação [Tripp 2005]. A intervenção foi realizada durante o ano letivo de 2025 em uma escola municipal do campo localizada na região central do Rio Grande do Sul, com uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental composta por 16 estudantes com idades entre 14 e 16 anos. A maioria dos alunos não possuía computador em casa e apresentava contato restrito com tecnologias digitais fora do ambiente escolar, utilizando predominantemente dispositivos móveis. Nesse contexto, todas as atividades de programação e montagem foram realizadas na escola. Nenhum deles possuía conhecimento prévio de programação. Os encontros ocorreram semanalmente, com duração aproximada de uma hora-aula, totalizando 34 encontros.

3.1. Estrutura pedagógica da proposta

A proposta fundamenta-se na ampliação da metodologia descrita em [Filho et al. 2025], originalmente baseada no Modelo Instrucional 5E [Bybee et al. 2006] e em atividades desplugadas com transição para plataformas digitais. Nesta intervenção, buscou-se aproximar os conceitos do PC de um problema real e de experiências concretas, por meio da integração entre PBL, Cultura *Maker* e Computação Física.

A Tabela 1 sintetiza a aplicação do Modelo 5E ao longo das atividades, destacando que a PBL orientou especialmente a formulação do problema, a investigação e a tomada de decisões coletivas, enquanto a abordagem *maker* e a computação física sustentaram as etapas de prototipagem, construção e automação da solução.

3.2. Planejamento das etapas e progressão das atividades

A intervenção foi estruturada em três fases progressivas, conforme ilustra o fluxograma da Figura 3. As fases foram planejadas para evoluir de fundamentos de PC e programação visual para a problematização e, por fim, para a prototipagem e construção de um artefato físico.

Tabela 1. Relação entre o Modelo 5E e as atividades desenvolvidas.

Etapa 5E	Atividades realizadas
Engajar	Discussões sobre enchentes, cotidiano digital e tecnologias presentes na comunidade
Explorar	Atividades desplugadas, desafios em programação visual e experimentação prática
Explicar	Apresentação dos conceitos computacionais e funcionamento dos sensores e atuadores
Elaborar	Construção da maquete automatizada e desenvolvimento das soluções programadas
Avaliar	Testes, depuração, apresentações e acompanhamento contínuo da aprendizagem

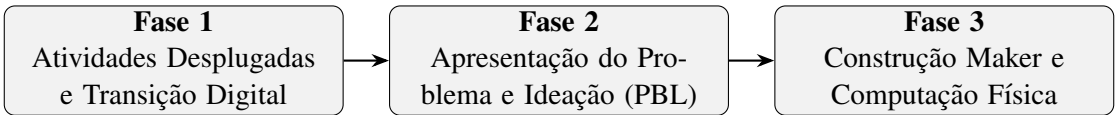


Figura 3. Fluxograma das três fases da intervenção metodológica.

3.2.1. Fase 1: Atividades introdutórias e transição para ambientes digitais

Na primeira fase, foram realizadas atividades desplugadas e em ambiente digital para introdução aos fundamentos do PC. Utilizaram-se dinâmicas para trabalhar algoritmos e sequências de instruções, além de desafios graduais nas plataformas *Code.org* e *Scratch*. Diferentemente da aplicação anterior [Filho et al. 2025], buscou-se contextualizar as atividades desde o início em situações do cotidiano e em discussões sobre tecnologias presentes na comunidade, preparando os estudantes para a etapa baseada em problemas. O registro fotográfico de uma das aulas pode ser visualizado na Figura 4.



Figura 4. Aula introdutória sobre PC.

3.2.2. Fase 2: Investigação do problema e especificação da solução

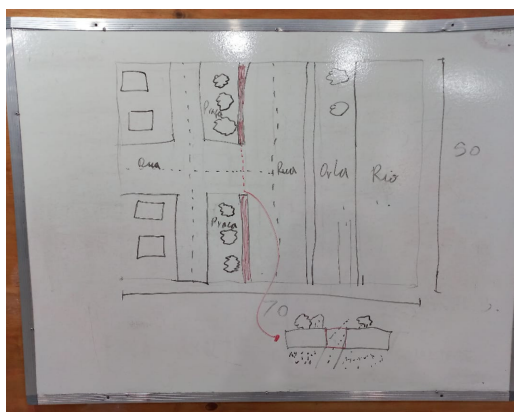
Na segunda fase, adotou-se, como situação-problema, o caso das enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024 [Governo do RS 2024]. Considerando que o evento impactou diretamente a região, optou-se por um caso real no lugar de um problema fictício, o que favoreceu a motivação dos estudantes por apresentar maior relevância prática para as suas preocupações do dia a dia [Margetson 1993].

A partir da problematização, promoveu-se uma discussão orientada para: (i) levantamento de hipóteses sobre como monitorar e controlar o nível da água; (ii) identificação de possíveis tecnologias e materiais acessíveis; (iii) definição coletiva dos requisitos mínimos da solução; e (iv) delimitação do artefato a ser construído. Como resultado, a turma definiu que a solução seria uma maquete com um sistema de comporta automatizada, capaz de simular o controle de cheias por meio de sensores e atuadores.

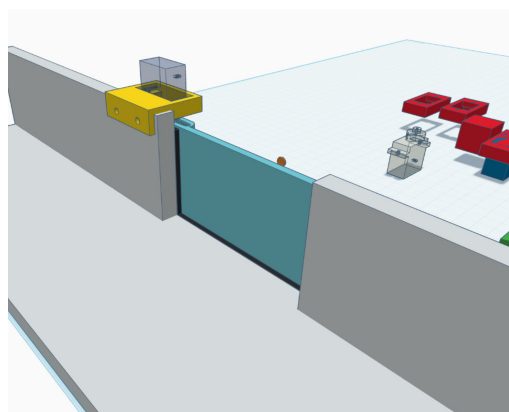
3.2.3. Fase 3: Prototipagem, montagem e programação do sistema

A terceira fase correspondeu à prototipagem e à construção da maquete automatizada. Para tornar o processo mais organizado e sequencial, a construção ocorreu em três momentos: (i) prototipagem no quadro (representações e esquemas), (ii) prototipagem em uma ferramenta 3D e (iii) construção física e automação com Arduino.

Inicialmente, os estudantes elaboraram no quadro um esboço estrutural da maquete, focado na disposição física dos elementos e no mecanismo da comporta. A partir dessa visualização inicial e ao longo da etapa seguinte de prototipagem, o grupo passou a discutir e definir os recursos tecnológicos necessários para o sistema, como o uso de sensores e motores. Em seguida, a solução foi prototipada no *Tinkercad*, permitindo visualizar dimensões, encaixes e organização dos componentes antes da montagem física. As imagens dessas duas etapas de prototipagem (quadro e 3D) são apresentadas nas Figuras 5a e 5b.



(a) Prototipagem inicial da solução.



(b) Modelagem tridimensional da maquete.

Figura 5. Etapas de prototipagem da solução.

Alinhada aos princípios de acessibilidade e sustentabilidade [Blikstein 2013], a montagem física do projeto priorizou o uso de materiais recicláveis e itens disponibiliza-

dos pela escola. Para a Computação Física, foram utilizados *kits* de Arduino do projeto *Aventura STEAM - Escola Maker*, distribuídos pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Cada *kit* era composto por placa Arduino Uno, sensor ultrassônico de distância, sensor de umidade, servomotor, LEDs, *protoboard* e *jumper*s.

A disponibilidade de diversos *kits* permitiu dividir a turma em grupos. Cada grupo foi responsável por elaborar e implementar sua própria solução, construir o protótipo funcional, realizar as conexões do circuito e programar o Arduino (leitura do sensor, tomada de decisão por condicionais e acionamento do servomotor). Ao final, a montagem da maquete foi realizada coletivamente, com a participação de toda a turma, integrando contribuições e decisões tomadas ao longo do desenvolvimento dos protótipos.

Ao longo dessa etapa, foram realizados registros fotográficos do processo de desenvolvimento da maquete, contemplando momentos de construção da estrutura, integração dos componentes e testes do protótipo. A Figura 6 apresenta alguns desses registros.

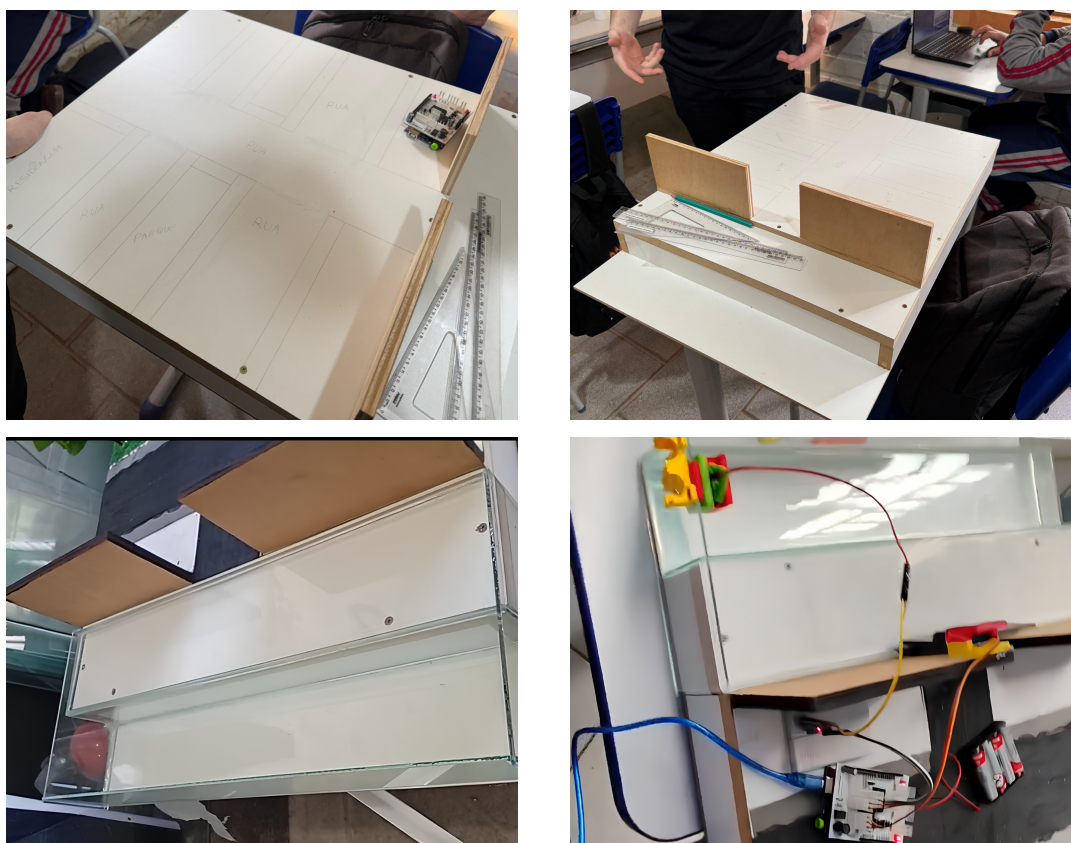


Figura 6. Registros da fase de construção da maquete.

Ao longo da atividade, a dinâmica ocorreu de forma iterativa, com os grupos testando, analisando e refinando as soluções. Em diferentes momentos, foram realizadas intervenções para explicitar as relações entre a lógica implementada, os pilares do PC e o problema proposto. A nota final foi composta por dois componentes, avaliados em uma escala de 0 a 10 e com o mesmo peso: a avaliação processual, baseada na participação, no engajamento, na colaboração e na capacidade de resolução de problemas; e um questionário avaliativo realizado ao final da intervenção, abrangendo os conteúdos desenvol-

vidos ao longo das atividades. Também foi aplicado um questionário de percepção, destinado a registrar a avaliação dos estudantes sobre as atividades e sua contribuição para a aprendizagem. O questionário avaliativo foi composto por 25 questões de múltipla escolha, enquanto o questionário de percepção reuniu 9 questões sobre as atividades realizadas, as dificuldades encontradas e a contribuição da experiência para a aprendizagem. As percepções foram analisadas de forma descritiva, considerando as respostas ao questionário e as manifestações dos estudantes observadas ao longo e após a intervenção.

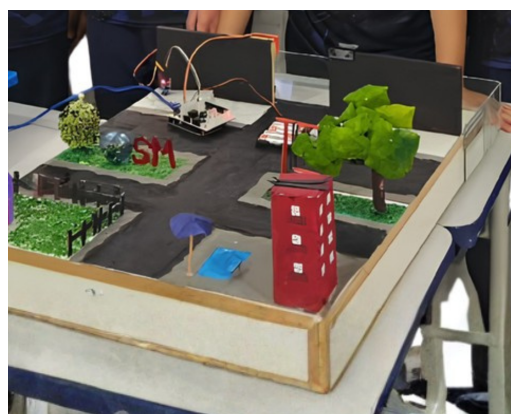
4. Resultados e discussão

Ao longo das etapas descritas, observou-se o engajamento dos estudantes e a mobilização de conceitos relacionados ao PC. A maquete foi finalizada, integrando sensores, atuadores e a lógica de programação desenvolvida pelos grupos durante a intervenção. A maquete foi capaz de simular o monitoramento do nível da água e o acionamento automático da comporta por meio do sistema programado em Arduino. Conceitos como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, trabalhados inicialmente nas atividades desplugadas e em ambientes digitais, passaram a ser mobilizados na implementação do protótipo. Em particular, a necessidade de estruturar a lógica de controle da comporta, interpretar a leitura do sensor, aplicar condicionais e acionar o servomotor demandou a construção de algoritmos e testes. Durante a Fase 3, as principais dificuldades estiveram na interpretação das leituras do sensor, no ajuste da lógica de controle do servomotor e na montagem dos circuitos na *protoboard*. Para contorná-las, os grupos revisaram as conexões, testaram alterações no código e repetiram os testes após cada ajuste, com apoio dos professores e dos demais grupos. Esse processo permitiu relacionar a depuração do protótipo às práticas de teste e de identificação de erros, bem como ao desenvolvimento incremental.

A maquete foi apresentada em uma feira realizada na escola, ocasião em que os estudantes socializaram a problemática abordada e a solução desenvolvida com colegas de outras turmas, como ilustrado na Figura 7. Esse momento exigiu que os alunos articulassem o contexto socioambiental, descrevessem o funcionamento do sistema automatizado e explicassem como os elementos computacionais foram aplicados na solução.



(a) Apresentação da maquete na escola.



(b) Maquete elaborada pelos estudantes.

Figura 7. Registros da apresentação e da versão final da maquete.

Os relatos registrados por meio das respostas ao questionário de percepção e das

manifestações dos estudantes ao longo e após a intervenção foram majoritariamente positivas. Entre os aspectos mencionados estavam o caráter prático das atividades, a possibilidade de trabalhar com sensores e componentes físicos, as explicações dos professores e a relação da maquete com um problema próximo à realidade dos estudantes. Os estudantes também relacionaram as atividades práticas à compreensão de lógica, algoritmos e programação, indicando que a construção e os testes do protótipo auxiliaram na visualização do funcionamento das instruções programadas.

Ao final da intervenção, foi aplicado o questionário avaliativo abordando os quatro pilares do PC. De modo geral, os estudantes apresentaram desempenho satisfatório nas questões relacionadas aos conteúdos desenvolvidos. A nota final foi calculada a partir da média entre a avaliação processual, que considerou participação, engajamento, colaboração e capacidade de resolução de problemas, e o desempenho no questionário. A turma obteve média final de 9,1, e todos os estudantes alcançaram notas superiores a 8.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou um relato de experiência para o ensino de PC com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, estruturado a partir da articulação entre o Modelo 5E, a PBL, a Cultura *Maker* e a Computação Física. A intervenção foi orientada por uma problemática socioambiental significativa para a comunidade escolar e teve como resultado a construção de uma maquete de comporta automatizada, capaz de simular o monitoramento do nível da água e o acionamento do mecanismo por meio de sensores.

Os resultados observados indicaram engajamento e mobilização de conceitos centrais do PC, especialmente na elaboração de algoritmos, no uso de condicionais e na relação entre os dados coletados pelos sensores e as decisões do sistema. A apresentação na feira escolar exigiu que os estudantes comunicassem o problema, justificassem a solução e explicassem o funcionamento da maquete para diferentes públicos. A avaliação ao longo das aulas e o questionário avaliativo apontaram desempenho satisfatório nos conteúdos trabalhados, enquanto as respostas ao questionário de percepção e as manifestações dos estudantes indicaram uma avaliação positiva sobre o caráter prático da proposta e sua contribuição para a compreensão de lógica, algoritmos e programação.

Como limitações, a experiência foi conduzida com uma única turma de uma escola do campo, composta por 16 estudantes e com acesso restrito a computadores fora da escola. O tempo de uma hora-aula por semana e a disponibilidade dos *kits* também condicionaram o ritmo e o escopo das atividades. Esses fatores limitam a generalização dos resultados e devem ser considerados na replicação da proposta em escolas com outros perfis de infraestrutura e organização. Apesar dessas limitações, os resultados sugerem que a integração dessas metodologias pode reduzir a abstração associada ao ensino de computação e favorecer a aplicação de conceitos computacionais em situações concretas e interdisciplinares.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a aplicação da proposta para outras turmas e níveis de ensino, bem como aprimorar a avaliação por meio de instrumentos aplicados antes e após a intervenção e de procedimentos mais sistemáticos para a análise das respostas de percepção. Também se propõe explorar variações do protótipo com novos sensores e cenários de simulação, ampliando as possibilidades de investigação sobre a relação entre PC e problemas locais.

Agradecimentos

Agradecemos à Escola Municipal de Ensino Fundamental Bernardino Fernandes e à sua equipe docente pela oportunidade de desenvolver este trabalho em parceria com os estudantes. Também expressamos nossa gratidão ao Programa de Educação Tutorial de Ciência da Computação (PET-CC) e à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pelo apoio institucional e pelas condições oferecidas para a realização deste projeto.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Durante a revisão do manuscrito, foi utilizada a ferramenta ChatGPT, da OpenAI, para apoiar a identificação de problemas de redação. A ferramenta não foi utilizada na coleta, análise ou interpretação dos dados. Todas as sugestões foram avaliadas e revisadas pelos autores, que se responsabilizam integralmente pelo conteúdo da versão final.

Referências

- Ali, S. S. (2019). Problem based learning: A student-centered approach. *English language teaching*, 12(5):73–78.
- Asri, I. H., Jampel, I. N., Arnyana, I. B. P., Suastra, I. W., and Nitiasih, P. K. (2024). Profile of problem based learning (pbl) model in improving students' problem solving and critical thinking ability. *KnE social sciences*, 9(2):769–778.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education. In *FabLab*, pages 203–222. transcript Verlag, Bielefeld.
- Blikstein, P., Davis, R., Rosenbaum, L. F., Zheng, Y., Bender, S., Halverson, E., Keune, A., Martin, L., Peppler, K., Murphy, C., et al. (2023). The future of maker education. In *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences-ICLS 2023*.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. PhD thesis.
- Brasil (2022). Resolução Nº 1, de 4 de outubro de 2022. normas sobre computação na educação básica - complemento à bncc. Acesso em: 28 maio 2026.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada*, volume 1, page 25.
- Brezolin, C. V. S. and Silveira, M. S. (2021). Panorama brasileiro de uso de ferramentas para desenvolvimento do pensamento computacional e ensino de programação. In *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 398–407. SBC.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., and Landes, N. (2006). The bscs 5e instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5(88-98).
- Castro, J., Souza, M., and Santos, F. (2023). Decolonizando tecnologias e entrelaçando comunidades: da investigação de problemas à criação de artefatos. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 486–495, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

- Chan, M. M. and Blikstein, P. (2018). Exploring problem-based learning for middle school design and engineering education in digital fabrication laboratories. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2).
- Chung, C.-C. and Lou, S.-J. (2021). Physical computing strategy to support students' coding literacy: An educational experiment with arduino boards. *Applied Sciences*, 11(4):1830.
- Culkin, J. and Hagan, E. (2017). *Learn Electronics with Arduino: An Illustrated Beginner's Guide to Physical Computing*. Maker Media, Inc.
- Cysneiros Filho, G. A. d. A., Silva, N. C. d., and Morais, B. S. (2021). A review of papers about block programming from the workshop on computing at school. In *Proceedings of the International Conference on Education and New Developments (END 2021)*, pages 111–115.
- Filho, J. D., Tozevich, L., Einloft, G., Chaves, D., and Librelotto, G. (2025). O uso das plataformas scratch e code.org para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica: relato de experiência alinhado à bncc. In *Anais do XXXI Workshop de Informática na Escola*, pages 500–510, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Governo do RS (2024). Balanço das enchentes de maio de 2024 no rio grande do sul: Situação nos municípios. Portal SOS Rio Grande do Sul. Acesso em: 20 maio 2026.
- 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.
- Juškevičienė, A., Stupurienė, G., and Jevsikova, T. (2021). Computational thinking development through physical computing activities in steam education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1):175–190.
- Margetson, D. (1993). Understanding Problem-Based learning. *Educ. Philos. Theory*, 25(1):40–57.
- Morado, M. F., Melo, A. E., and Jarman, A. (2021). Learning by making: A framework to revisit practices in a constructionist learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 52(3):1093–1115.
- Moura, E., Silva, M., Borges, B., and Valente, J. (2025). Maker activity in the classroom: Solving pedagogical challenges. In *Constructionism Conference Proceedings*, volume 8, pages 69–80.
- Noordin, N. H. (2024). Exploring the impact of arduino robotics instruction on physical computing and programming skills. In *2024 22nd International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM)*, pages 75–79. IEEE.
- Oliveira, A. M. D. d. (2020). Atividades desplugadas na formação de professores do atendimento educacional especializado: o pensamento computacional no contexto inclusivo.
- Panaggio, B. Z., Carbajal, M. L., and Baranauskas, M. C. C. (2019). Programação tangível no mundo físico: Taprec+ sphero. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3):32–51.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, New York, NY.

- Pinho, G., Weissshahn, Y., Cavalheiro, S., Reiser, R., Piana, C., Foss, L., Aguiar, M., and Bois, A. (2016). Pensamento computacional no ensino fundamental: Relato de atividade de introdução a algoritmos. In *Anais do XXII Workshop de Informática na Escola*, pages 261–270, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Ruiz Martín, H. and Bybee, R. W. (2023). The cognitive principles of learning underlying the 5E model of instruction. Acessado em 25 de maio de 2026.
- Sarı, U., Pektaş, H. M., Şen, Ö. F., and Çelik, H. (2022). Algorithmic thinking development through physical computing activities with arduino in stem education. *Education and Information Technologies*, 27(5):6669–6689.
- Schulz, J. and Schmachtenberg, R. (2017). Construindo o pensamento computacional: experiência com o desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos desplugados. *Seminário Institucional do PIBID/UNISC*.
- Shin, N., Bowers, J., Krajcik, J., and Damelin, D. (2021). Promoting computational thinking through project-based learning. *Discip. Interdiscip. Sci. Educ. Res.*, 3(1):7.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educ. Pesqui.*, 31(3):443–466.
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—what and why. *The link magazine*, 6(1):20–23.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zuckerman, O., Arida, S., and Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 859–868.