

Aferições do Pensamento Computacional no Ensino de Física via Proposição e Resolução de Problemas

Luiz Fabiano Lucas Araújo¹, Silvanio de Andrade²

Resumo

Diante de uma atual tendência investigativa quanto a integração do pensamento computacional no ensino de física, este artigo resulta do objetivo de identificar a factibilidade de interseções, quanto a práticas baseadas em proposições e resoluções de problemas³. Os participantes foram convidados a aferir frequências e relevância do exercício de habilidades consideradas pilares para os processos cognitivos. Os dados coletados revelam significativas interseções e motivam a elaboração e desenvolvimento de estratégias didáticas que se beneficiem das relações existentes.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Ensino de Física. Proposição e Resolução de Problemas.

Recebido em: 31/07/2024; Aceito em: 31/10/2024

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i2.16131>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

Introdução

O progresso tecnológico que estamos vivenciando representa uma

¹ Doutorando em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Professor na Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Norte e na Secretaria Municipal de Educação de Parnamirim – RN. E-mail: professor.luizfabiano.fisica@gmail.com

² Doutor em Educação (Ensino de Ciências e Matemática) – USP e Pós-Doutorando em Educação Matemática - University of Delaware, USA. Professor no Departamento de Matemática e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (UEPB). E-mail: silvanio@usp.br

³ Este artigo corresponde a um recorte da pesquisa de doutorado, em andamento, do primeiro autor, sob a orientação do segundo autor.

transformação abrangente que afeta todos os aspectos da vida humana, incluindo a educação. As novas ideias que surgem desse cenário trazem consigo um leque de possibilidades educacionais ainda não exploradas e desafiam educadores a repensarem seus métodos e abordagens de ensino. Nesse sentido, precisamos reconhecer que estamos cada vez mais imersos no uso de tecnologias que caminham lado a lado com o avanço da computação.

Ainda no século XX, Papert (1980; 1992) já expressava suas concepções relativas às interações com computadores modificarem nossa forma de pensar e, como consequência, também poderem influenciar em nossa forma de aprender. Suas ideias o levaram a ser reconhecido como precursor do termo “pensamento computacional”, mesmo não tendo formalizado uma definição específica para o conceito.

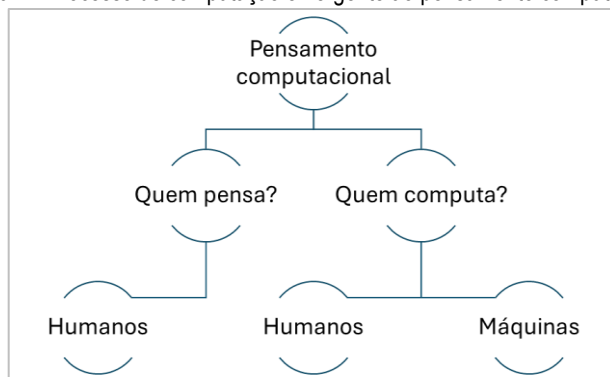
O destaque ao que pensar computacionalmente representa emergiu após Wing (2006) utilizar o termo no título de seu artigo – “*computational thinking*” – e explanar sobre sua importância perante a sociedade atual e futura. Com base na discussão trazida pela autora, o pensamento computacional ocorre quando um problema é formulado por meio de um pensamento lógico e são utilizadas ferramentas adequadas para sua solução – uma forma de pensar que pode ser benéfica a todos e que se associa a um conjunto de habilidades fundamentais para os que vivem no século XXI.

Outros trabalhos seguiram a discussão impulsionada por Wing (2006) e se destacam apresentando caracterizações do pensamento computacional. Para Bundy (2007), o pensamento computacional, enquanto habilidade comumente utilizada em práticas de programação computacional, pode ser compreendido como uma metodologia a ser utilizada para resolver problemas em diversas áreas. Liukas (2015) enfatiza que, ao incluir o pensamento lógico e o uso de habilidades para

lidar com problemas, como reconhecimento de padrões, uso de algoritmos, decomposição e abstração, o pensamento computacional, expresso como ‘pensar nos problemas de forma que um computador consiga solucioná-los’, é executado por pessoas.

Após a popularização do artigo “*Computational Thinking*”, Wing (2017) depurou a própria definição de pensamento computacional e apresentou uma definição escrita junto aos pesquisadores Al Aho, Jan Cuny e Larry Snyder, estabelecendo que o pensamento computacional envolve a formulação e a expressão de sua(s) solução(ões) de tal forma a poder ser realizada por um computador (humano ou máquina). Nesse sentido, embora a palavra “computação” comumente possa nos remeter ao uso de máquinas, nem sempre se limita ao uso desses recursos tecnológicos. (Ver figura 1)

Figura 1 - Processo de computação emergente ao pensamento computacional



Fonte: Elaboração própria

Ao continuar expandindo suas concepções sobre o pensamento computacional, Wing (2017) estabelece que ele envolve quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. A autora também equipara pensar computacionalmente a outras habilidades fundamentais, como leitura, escrita e aritmética.

Em síntese, as principais concepções apresentadas por Wing (2017) indicam que pensar computacionalmente consiste em uma forma de

raciocínio que envolve a aplicação de princípios computacionais para resolver problemas de maneira eficaz e eficiente, independentemente de sua natureza. A autora também destaca que, ao escolher representações adequadas e otimizar soluções por meio de correções de erros já reconhecidos, o pensamento computacional permite reformular problemas complexos.

Além das ideias expressas por Wing (2006;2017), a compreensão do que caracteriza o pensamento computacional pode ser construída a partir de fundamentos apresentados na BBC Learning (2024) e por Brackmann (2017). Nesse sentido, percebemos que o pensamento computacional se associa ao uso de habilidades relevantes, que são tidas como seus pilares. (ver figura 2)

Figura 2- Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Elaboração própria com base em ideias expressas por Brackmann (2017)

É importante mencionar que existem na literatura várias perspectivas sobre os pilares do pensamento computacional. No entanto, é possível notar uma certa recorrência no aparecimento e semelhanças nas definições dos quatro pilares representados na figura anterior. Com base em Brackmann (2017) e BBC Learning (2024) podemos sintetizá-las das seguintes formas:

- **Decomposição:** Consiste em dividir o problema em partes menores. A fragmentação permite que cada uma das partes se torne mais

compreensíveis e fáceis de resolver.

- Reconhecimento de padrões: Lembrar de padrões que já foram utilizados para lidar com problemas semelhantes reduz significativamente o esforço para lidar com o novo problema.
- Abstração: Durante a análise de um problema é preciso identificar o que precisa ser considerado importante. Isso exige que detalhes irrelevantes sejam ignorados.
- Algoritmos: Estabelecimento de etapas que levem à solução de um problema – passo a passo e/ou regras envolvidas.

Os pilares envolvidos na proposição ou resolução de um determinado problema dependem dos conhecimentos pré-existentes e da forma como eles podem ser utilizados. Logo, a ordem em que os pilares foram descritos, bem como a abrangência de todos os pilares, não deve ser compreendida como regras metodologicamente preestabelecidas para pensar computacionalmente.

Após uma crescente valorização iniciada por Wing (2006; 2017), várias pesquisas foram realizadas quanto aos benefícios do pensamento computacional, inclusive no contexto educacional. No ensino de Física, essa é uma tendência atual que se manifesta tanto em nível nacional quanto internacional. A maioria dos estudos discutem o pensamento computacional em conjunto com estratégias didáticas baseadas em programação, modelagem e simulações computacionais. Essa tendência é observável na literatura internacional, em estudos como Enderle, King e Margulieux (2021), Lin, Wang e Wu (2019) e Bufazi (2022). Combinando as discussões desses autores, percebe-se que o pensamento computacional, quando aplicado a práticas de modelagem computacional, não apenas permite simulações de fenômenos físicos, mas também favorece a resolução de problemas complexos por meio de suas

habilidades.

Já na literatura nacional, encontramos dois estudos desenvolvidos com base em olhares mais holísticos sobre o exercício do pensamento computacional. O principal foco dessas pesquisas consiste em discutir interseções de habilidades inerentes, relacionadas a estratégias didáticas baseadas em proposições e resoluções de problemas.

Araújo *et al.* (2023) conduziram uma investigação sobre como o exercício de habilidades inerentes ao pensamento computacional pode contribuir no ensino de eletricidade. Os autores apresentam uma análise focada na estratégia didática de um livro digital interativo que traz um problema relacionado a choques elétricos causados por diferenças de potencial no solo. Esse problema é decomposto em vários problemas menores, cujos padrões podem ser reconhecidos em outros problemas apresentados. A pesquisa enfatiza que o produto educacional favorece a abstração das informações mais importantes e contribui para a construção e uso de modelos matemáticos necessários para a resolução dos problemas.

Em convergência com as concepções já apresentadas por Wing (2014), o estudo desenvolvido por Araújo *et al.* (2023) sugere que, apesar de o pensamento computacional ser amplamente associado à resolução de problemas, essa é apenas uma de suas faces. Ele não se limita à resolução de problemas, mas também se mostra relevante na formulação de problemas, o que implica também em considerar sua importância na proposição de problemas. Esse aspecto crítico envolve considerar variáveis, possíveis cenários, antecipação de desafios e pensamento criativo em soluções.

Em trabalho correlato, Correa (2022) expressa, em sua dissertação de mestrado, uma modelagem voltada ao ensino de balística. O trabalho detalha como habilidades inerentes ao pensamento computacional foram

incorporadas a atividades baseadas na proposição e resolução de problemas.

Ambos os estudos expressam potencialidades relativas à aprendizagem dos estudantes diante das estratégias didáticas investigadas. No entanto, não apresentam dados que manifestem aferições dos participantes quanto ao efetivo exercício do pensamento computacional durante as práticas realizadas. Esses dados podem tornar mais evidente a factibilidade das potencialidades do pensamento computacional e motivar a busca por abordagens teórico-metodológicas que possam contribuir para aprimoramentos didáticos.

Considerando o contexto apresentado, este trabalho partiu do objetivo de analisar a relevância do avanço das pesquisas sobre a integração do pensamento computacional no ensino de Física, especialmente em práticas relacionadas a proposições e resoluções de problemas. Neste sentido, nos delimitamos a discutir: Como o pensamento é aferido no ensino de física via proposições e resoluções de problemas?

Para um melhor entendimento sobre como os dados foram construídos para responder a essa pergunta, a seguir, em síntese, estão descritos os procedimentos metodológicos da coleta de dados.

Metodologia

Por mantermos o foco em dados acessíveis e considerarmos que eles representam uma realidade maior, este trabalho corresponde a análise de opiniões aferidas. Tomando como referência um questionário investigativo desenvolvido por Geraldts *et al.* (2017), foram elaboradas questões de múltipla escolha, cujas possíveis respostas correspondem à atribuição de níveis de frequência e relevância a habilidades inerentes ao pensamento computacional.

A investigação foi ambientada na disciplina “Metodologias para Ensino de Física I”, componente curricular da graduação do curso de Licenciatura em Física, ofertada em uma instituição de ensino superior pública durante o primeiro semestre de 2023.

Seguindo preceitos éticos, optamos por não coletar informações pessoais dos participantes, e nos limitamos a informar que o estudo reflete a apresentação e análise dos dados que foram construídos com base em opiniões expressas de forma objetiva por quatro participantes que já lecionam física em turmas do ensino médio.

É importante destacar que os dados foram coletados após uma intervenção formativa realizada durante doze aulas de cinquenta minutos, subdivididas em duas aulas semanais e abrangeu discussões relativas ao que pensar computacionalmente representa.

Ao final do período, estudantes e o professor responsável pela disciplina foram convidados voluntariamente a responder por meio da *interface* do aplicativo *Google Forms*, escolhendo uma entre as alternativas: () Com muita frequência; () Com pouca frequência; () Regularmente; () Nunca, aos seguintes questionamentos:

Em que medida você já realizou práticas de ensino de Física baseadas em proposições e resoluções de problemas, com relevância nas características a seguir?

- Dividindo o problema em partes menores;
- Planejando e organizando uma sequência de medidas que levem à resolução do problema;
- Buscando identificar suas principais características;
- Dando sentido ao problema por meio do reconhecimento de padrões.

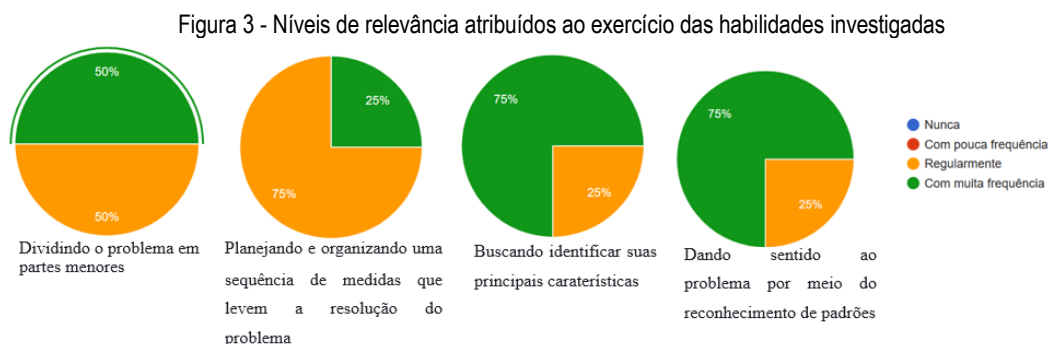
Os estudantes também foram convidados a responder por meio da

escolha de uma das alternativas: () Nenhuma relevância; () Pouca relevância; () Muita relevância; () Não consigo definir.

Ao seguinte questionamento: Qual nível de relevância você atribui à compreensão dos pilares do pensamento computacional em suas práticas docentes?

Resultados e discussões

Diante dos dados coletados, podemos identificar um reconhecimento expressivo do uso de habilidades compreendidas como pilares do pensamento computacional nas práticas investigadas. Nos gráficos abaixo – gerados por meio da interface da ferramenta *Google Forms* – podemos observar quantitativamente a expressão de opiniões dos participantes da pesquisa quanto ao exercício de cada uma das quatro habilidades investigadas.



Fonte: Gráficos gerados por meio da interface do aplicativo *google forms*

Quanto à relevância atribuída a intelecção(compreensão) das habilidades do pensamento computacional em suas práticas docentes, todos apontaram uma grande relevância. (Ver figura 4)

Figura 4 - Nível de relevância atribuído a intelecção de habilidades do pensamento computacional em práticas de ensino de física



Fonte: Gráfico gerado por meio da interface do aplicativo *google forms*

Os gráficos mostram elevados níveis de relevância atribuídos ao uso de habilidades inerentes ao pensamento computacional em práticas de ensino de Física baseadas em proposições e resoluções de problemas. Todas as respostas indicam um uso regular ou muito frequente do pensamento computacional.

Esses resultados corroboram com as percepções trazidas por Wing (2006; 2017) de que pensar computacionalmente é benéfico para lidar com problemas em áreas além da Ciência da Computação, como é o caso do ensino de Física. Uma disciplina que carrega em sua essência a formulação e resolução de problemas.

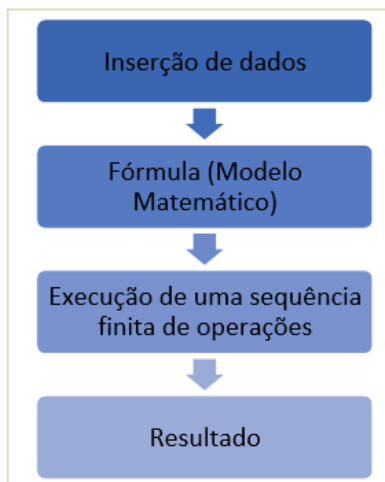
Vale destacar que, durante os diálogos estabelecidos nos processos investigativos, as habilidades foram frequentemente associadas a problemas que exigiam resolução matemática e o uso do pensamento algorítmico para lidar com as informações expressas.

Para elucidar como essas relações eram estabelecidas, tomemos como base o seguinte exemplo: em práticas de ensino baseadas na proposição e resolução de problemas, normalmente os problemas são investigados por partes conectadas. Por exemplo, a identificação de valores numéricos relativos às grandezas envolvidas e possíveis padronizações relacionadas às unidades de medida. Durante esses processos, a atenção é voltada para a identificação de informações importantes e para a busca

de padrões semelhantes a outros problemas já resolvidos. Além disso, ocorre a elaboração ou uso de modelos matemáticos para computar as informações disponíveis.

Tanto a modelagem quanto a aplicação de um possível modelo desenvolvido consistem em execuções reflexivas de algoritmos. Nessas atividades, estão envolvidas duas formas de pensar: a algébrica e a computacional. Com o modelo resultante (fórmula), é possível simular e explorar o problema em diversas perspectivas, uma vez que os resultados obtidos variam conforme os dados variáveis (ver Figura 5).

Figura 5 - Computação de dados por meio de fórmulas



Fonte: Criada pelo autor

Essa é uma forma de pensar que Wing (2006) descreve como pensar recursivamente para lidar com um problema. A autora também descreve que a modelagem corresponde a uma forma de torná-lo tratável.

Seguindo perspectivas alinhadas à forma como os pilares do pensamento computacional são expressos por Brackmann (2017) e BBC Learning (2024), podemos inferir que o pensamento computacional, no ensino de física via proposição e resolução de problemas, consiste em

um raciocínio lógico e criativo, cujo estímulo na construção de conhecimentos envolve diretamente o exercício de suas habilidades.

Em última análise, corroborando com a visão de Wing (2006) de que o pensamento computacional é benéfico em diversas áreas do conhecimento. Podemos verificar, na Figura 4, que existe um elevado reconhecimento quanto à incorporação de discussões referentes ao pensamento computacional na formação de professores de Física.

Considerações finais

O estudo permitiu identificar um elevado nível de relevância atribuído ao uso do pensamento computacional em práticas direcionadas ao ensino de Física via proposição e resolução de problemas e que uma implementação efetiva requer direcionamento de atenção a abordagens teórico-metodológicas baseadas nessas interseções. Isso torna viável o avanço de investigações comprometidas com essa perspectiva didática.

Por se tratar de uma ciência cujos conceitos a serem ensinados exigem, muitas vezes, elevados níveis de abstração – uma das habilidades relacionadas ao pensamento computacional e cujo desenvolvimento é beneficiado pelo exercício de outras habilidades, como reconhecimento de padrões –, podemos inferir que proporcionar seu desenvolvimento possui potencial para contribuir no avanço do ensino de Física. A relevância atribuída pelos participantes da pesquisa mostra a necessidade de discussões correlatas no decorrer do processo formativo dos educadores, como uma forma de elevar a eficiência em formular e resolver problemas como estratégia didática de ensino-aprendizagem.

Ao contribuir por meio das discussões desenvolvidas ao longo deste trabalho para o reconhecimento do papel que o pensamento computacional pode desempenhar na melhoria do ensino de Física,

também esperamos motivar a integração do pensamento computacional ao ensino de Física, especialmente por meio de práticas de proposição e resolução de problemas realizadas de forma consciente e adequada ao estímulo de suas habilidades.

Measurements of Computational Thinking in Physics Teaching by Problem Posing and Solving

Abstract:

Given a current investigative trend regarding the integration of computational thinking in physics teaching, this article addresses the conceptions of educators in initial training regarding practices based on problem posing and solving. Participants were asked to evaluate the frequency and relevance of exercising skills considered as pillars for cognitive processes. The data collected reveal significant insights and justify the advancement of investigations using related theoretical-methodological approaches, as alternatives for didactic improvements that seek to value existing intersections. erir aqui o abstract do artigo. Sua redação deve ser paralela à do resumo.

Keywords: Computational Thinking. Teaching Physics. Problem Posing and Solving.

Referências

ARAÚJO, Luiz Fabiano Lucas *et al.* PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE ELETRICIDADE: CONEXÕES NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA DE UM PRODUTO EDUCACIONAL DIGITAL. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 7, n. 2, p. 576-594, 2023.

BBC Learning (2024). **What is computational thinking?** Disponível em: [Computational thinking - KS3 Computer Science - BBC Bitesize](#). Acesso em: 19 abr. 2024.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BUNDY, Alan. Computational thinking is pervasive. **Journal of Scientific and Practical Computing**, v. 1, n. 2, 2007. Disponível em: https://www.pure.ed.ac.uk/ws/portalfiles/portal/408398/Computational_Thinking_is_Pervasive.pdf. Acesso em 22 jun. 2024.

BUFASI, Ergi *et al.* Developing Student's Comprehensive Knowledge of Physics

Concepts by Using Computational Thinking Activities: Effects of a 6-Week Intervention. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 17, n. 18, 2022.

CORREA, Thomás Silva. **Uma sequência didática voltada ao ensino de balística e modelada pelo pensamento computacional**. 122 p. 2022. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1090>. Acesso em: 21 out. 2023.

ENDERLE, Patrick; KING, Natalie; MARGULIEUX, Lauren. **What's in a Wave?** The Science Teacher, v. 88, n. 4, p. 24-28, 2021.

<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. Acesso em: 11 jun. 2023.

GERALDES, Wendell Bento *et al.* **O pensamento computacional no ensino profissional e tecnológico**. 2017. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/2118>. Acesso em: 20 jan. 2023.

LIN, Yu-Tzu; WANG, Ming-Tsan; WU, Cheng-Chih. Design and implementation of interdisciplinary STEM instruction: Teaching programming by computational physics. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 28, p. 77-91, 2019.

LIUKAS, Linda. **Hello Ruby: adventures in coding**. Macmillan, 2015.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. 1994.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WING, Jeannette. Computational thinking's influence on research and education for all. **Italian Journal of Educational Technology**, v. 25, n. 2, p. 7-14, 2017. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/183466/>. Acesso em: 15. Jan. 2024.