

MOOC com Práticas Pedagógicas de Pensamento Computacional para Professores de Ciências

Jadson do Prado Rafalski, Educimat – IFES, jadsonrafalski@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0924-8542>

Márcia Gonçalves de Oliveira, Educimat – IFES, marcia.oliveira@ifes.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-9027-0976>

Aline Pinto Amorim, Educimat – IFES, aline.amorim@ifes.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-9985-4724>

Vanessa Battestin, Educimat – IFES, vanessa@ifes.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-4014-1225>

Resumo: O Pensamento Computacional (PC) está presente nos currículos da educação básica em vários países ao redor do mundo. No Brasil, as habilidades e competências relacionadas ao PC estão mencionadas na Base Nacional Comum Curricular, impactando a forma como estudantes aprendem e resolvem problemas. Nesse contexto, os professores de diversas áreas do conhecimento são desafiados em adquirir habilidades para resolver problemas utilizando os fundamentos da Computação. Com o objetivo de contribuir com esse tema propomos um curso *Massive Open Online Course* (MOOC) para professores de Ciências do ensino fundamental e demais áreas interessadas na construção de práticas pedagógicas para resolver problemas utilizando o PC.

Palavras-chave: Mooc, Formação de Professores, Ensino de Ciências, Pensamento Computacional.

MOOC with Pedagogical Practices of Computational Thinking for Science Teachers

Abstract: Computational Thinking (CT) is already present in the curricula of basic education in several countries around the world. In Brazil, skills and competencies related to CT are mentioned in the National Common Curricular Base, impacting the way students learn and solve problems. In this context, teachers from various fields of knowledge are challenged to acquire skills to solve problems using the foundations of Computer Science. With the aim of contributing to this theme, we propose a Massive Open Online Course (MOOC) for elementary school Science teachers and other interested areas in the development of pedagogical practices to solve problems using CT.

Keywords: Mooc, Teacher Training, Science Education, Computer Thinking.

1. Introdução

O Pensamento Computacional (PC) tem se apresentado como um caminho importante para adquirir conhecimento sobre computação, indo além da mera programação ou do uso de tecnologias digitais. Por meio do PC, é possível desenvolver soluções que abrangem uma ampla gama de problemas em diversas áreas, permitindo que estudantes e professores utilizem os princípios computacionais de forma interdisciplinar para solucionar desafios em qualquer área.

De acordo com Wing (2006), o PC se configura como uma abordagem para a resolução de problemas, que envolve a formulação precisa e clara de questões, a organização e análise de dados, a representação de informações por meio de modelos e abstrações, o desenvolvimento de algoritmos para solucionar problemas, bem como a verificação e validação de soluções. Desta forma, o PC constitui-se como uma habilidade essencial para o século XXI, desenvolvendo indivíduos a abordarem desafios de forma mais eficiente e eficaz, independentemente de sua área de atuação (Barr *et al.*, 2011).

As escolas apresentam-se como um ambiente propício para o fomento do PC. Os educadores desempenham papel fundamental ao criar ambientes de aprendizagem que estimulem o desenvolvimento dessas habilidades, utilizando abordagens pedagógicas ativas que coloquem o estudante como agente principal de seu próprio processo de aprendizagem. No entanto, um desafio se apresenta, no sentido de que os professores necessitam adquirir competências que lhes permitam criar, desenvolver, conceber, idealizar e produzir tecnologias aplicáveis às suas práticas pedagógicas, criando ambientes de aprendizagem enriquecedoras para os aprendizes.

No ensino de Ciências o PC pode ser aplicada em diferentes níveis e abordagens, desde atividades simples de observação e experimentação em sala de aula até projetos de pesquisa mais complexos. No entanto, a criação de tecnologias pode ser uma tarefa na qual os professores precisam adquirir formação específica para desenvolver tais habilidades. Para contribuir com essa construção, esse artigo parte de uma pesquisa de doutorado profissional na área do ensino de Ciências que se encontra em andamento com dados preliminares consolidados que trazem reflexões na formação de professores de Ciências do ensino fundamental utilizando o pensamento computacional em suas práticas pedagógicas.

Com o objetivo de contribuir para o processo de formação de professores do ensino de Ciências da Natureza e áreas afins, apresentamos nesse artigo os resultados parciais de uma pesquisa de doutorado que envolve práticas pedagógicas de PC em Ciências, por meio de uma formação híbrida. O principal propósito deste trabalho é auxiliar os professores no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao PC e sua aplicação no contexto do ensino de Ciências, por meio da combinação de atividades desplugadas e plugadas, integrando habilidades do PC na prática pedagógica de educadores.

Este artigo está organizado em sete seções. Além desta introdução, Na Seção 2, são apresentados estudos dos fundamentos teóricos. Na seção 3, são apresentados os trabalhos relacionados. Na Seção 4, é descrita a metodologia. Na Seção 5, é detalhada a formação híbrida. Na Seção 6, é demonstrada uma prova de conceito e são apresentados os resultados alcançados. Na Seção 7, são apresentados as conclusões finais e os trabalhos futuros. Na seção 8, é realizado os agradecimentos.

2. Fundamentação Teórica

Com a crescente aplicação do PC em diversos domínios, além da área da Computação, muitas iniciativas têm explorado sua natureza interdisciplinar. Por meio da combinação entre as várias disciplinas científicas e o PC, é possível desenvolver habilidades para abordar problemas do cotidiano, proporcionando uma abordagem analítica, sistemática e inovadora na busca por soluções. Essa tendência é cada vez mais reconhecida na educação científica, como destacado em trabalhos de referência, como Quinn *et al.* (2012) e Wilensky *et al.* (2014).

O PC é amplamente utilizado em diversas áreas científicas como por exemplo, na Biologia (Rekēna *et al.*, 2023), pode ser utilizado na análise de sequências genéticas, modelagem de populações e simulação de evolução. Na Ecologia, auxilia na modelagem de ecossistemas, estudo de mudanças climáticas e análise da distribuição de espécies (Christensen, 2023). Na Geologia, pode ser utilizado na modelagem de processos geofísicos e análise de dados geoespaciais (Banerjee *et al.*, 2023). Essas aplicações contribuem para avanços científicos e melhores estratégias de conservação.

Demo (2001) apresenta em sua obra "Pesquisa: princípio científico e educativo" uma análise minuciosa da pesquisa como um instrumento de formação, ou seja, como um princípio educativo. Ele destaca que a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades críticas, reflexivas e criativas, além de promover o seu envolvimento ativo e consciente na sociedade. Assim, ao organizar o curso MOOC de Práticas Pedagógicas de Pensamento Computacional em Ciências, levamos em consideração o papel do professor em ser um pesquisador conforme preconizado por Demo (2011). Nesse enfoque, o professor é essencial, utilizando a pesquisa como um meio de aprimorar sua prática pedagógica, desenvolvendo um olhar crítico sobre a realidade, seja no momento de orientação, reflexão, dúvidas e certezas.

A fim de realizar tais práticas pedagógicas, o papel do professor é importante como um mediador do conhecimento, aquele que acompanha e orienta seu estudante no próprio processo de aprendizagem. Nesse contexto, a educação brasileira enfrenta desafios significativos, incluindo a formação inicial e contínua dos professores. Uma abordagem para aprimorar as práticas de ensino e aprendizagem é a utilização do PC como uma estratégia contextualizada nos ambientes de aprendizagem, permitindo uma experiência engajadora com aprendizes e professores na resolução de problemas.

No ano de 2018, a *International Society for Technology in Education* (ISTE) lançou os Padrões de Competências de Pensamento Computacional para Professores, ressaltando a relevância de professores compreenderem o PC como uma competência fundamental e interdisciplinar. Segundo o documento da ISTE (2023), espera-se que os professores integrem as práticas de PC em sua disciplina específica, aprimorando, dessa forma, a habilidade dos estudantes de aplicar as tecnologias da computação em seu cotidiano. Portanto, almeja-se que este trabalho impulse e contribua para o contexto da formação contínua de professores de ciências no âmbito do PC, uma vez que se configura como um tema amplamente discutido, tanto a nível nacional quanto internacional.

3. Trabalhos Relacionados

Apesar dos avanços no ensino do PC nas áreas das ciências exatas, ainda é evidente a escassez de pesquisas que relatam experiências relacionadas à formação de professores no ensino das ciências da natureza. A introdução dos conceitos de PC apresenta desafios em áreas não estritamente vinculadas à informática e às ciências exatas.

Um estudo de Cadieux *et al.* (2018) demonstrou o uso do PC em aulas de ciências do ensino médio, por meio de um ambiente de aprendizado baseado em jogos. Os estudantes utilizaram conceitos do PC para resolver desafios de programação e salvar uma estação de pesquisa subaquática. Os autores utilizaram uma abordagem de aprendizado baseada em modelagem e problemas para facilitar o ensino de física. Os estudantes que participaram desse ambiente de aprendizado mostraram maior

compreensão dos conceitos de física em comparação com aqueles que seguiram um currículo tradicional.

No estudo de Quintas-Mendes *et al.* (2022) é proposto um MOOC abordando a formação de professores para implementar integração curricular de temas como pensamento computacional, programação e robótica no ensino básico. O trabalho decorreu em formato híbrido e teve a duração de 50 horas (25 horas presenciais e 25 horas a distância) e utilizou a plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) como o AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem).

4. Metodologia para Desenvolvimento do MOOC

Os MOOCs ultrapassam sua condição meramente como uma possibilidade de ensino a distância, representando uma oportunidade metodológica que transcende as limitações do ensino tradicional e inaugura uma nova era na aprendizagem digital na era pós-digital. Adotamos o modelo ADDIEM (Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação), conforme ilustrado na Figura 1 e descrito por (Battestin e Santos, 2022), para a elaboração do MOOC. Essa metodologia consiste em uma adaptação do Modelo ADDIE para a criação de MOOCs na plataforma de cursos do <instituição omitida>. Cada etapa do modelo é planejada, permitindo a organização dos materiais construídos e a configuração da plataforma.

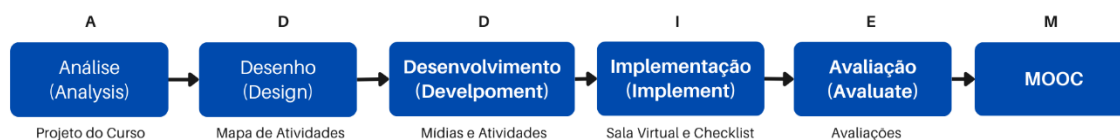


Figura 1 - Modelo ADDIEM. Fonte: Adaptado de Battestin e Santos (2022).

A fase inicial do ADDIEM, conhecida como Análise, desempenha um papel fundamental no qual se estabelecem os objetivos, justificativas para a criação do curso, público-alvo, recursos necessários e proposta de ementa. Nessa etapa, foi definido o objetivo geral de contribuir com práticas que auxiliem os docentes a compreender a aplicação da computação no ensino de ciências, estimulando o interesse em desenvolver abordagens pedagógicas. Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (i) Compreender os fundamentos do Pensamento Computacional; (ii) Analisar as práticas pedagógicas no Ensino de Ciências; (iii) Adquirir conhecimento sobre a elaboração de projetos com o Pensamento Computacional e (iv) Explorar as diversas possibilidades de práticas pedagógicas, tanto com atividades digitais quanto analógicas.

A fase subsequente é a etapa de Desenho. Nesse estágio, o planejamento do curso é elaborado com maior detalhamento, a metodologia delineada na fase anterior é aprofundada, e os conteúdos a serem abordados, as atividades a serem desenvolvidas e as avaliações a serem realizadas são minuciosamente delineados. Durante essa fase, foi realizado o planejamento do curso, com a visualização dos tópicos e seções do MOOC, por meio da utilização do Mapa de Atividades.

O modelo de Mapa de Atividades, tem como propósito permitir que o professor visualize a estrutura da sala de aula virtual do curso. Esse documento viabilizou a organização do curso, dividido em quatro unidades, sendo eles:

- Fundamentos do Pensamento Computacional: Visão geral do PC, incluindo o histórico e os seus pilares.

- O Pensamento Computacional no Mundo e no Brasil: Abordadas as iniciativas e redes de apoio no mundo e no Brasil para a inclusão da computação em propostas curriculares.
- Experiências de Laboratório: Vivenciados quatro experimentos científicos que utilizam o PC, sendo dois experimentos desplugados e dois plugados.
- Crie sua própria experiência: Espaço para que os cursistas possam criar sua própria experiência com o PC no ensino de ciências.

A fase de Desenvolvimento, foram criados os vídeos, textos, documentos, atividades, imagens e questionários descritos na fase anterior, os quais foram adicionados à plataforma. Os conteúdos estão atualmente em processo de construção e, simultaneamente, estão sendo postados na plataforma para fins de testes, em preparação para a próxima fase de implementação. A fase de Implementação ocorre a configuração da plataforma, na qual são inseridas todas as mídias produzidas na fase anterior. Durante essa etapa, são realizados testes na plataforma para verificar se os alunos têm acesso a todo o conteúdo incluído e se todos os recursos foram configurados corretamente. Para esse fim, utiliza-se um checklist desenvolvido pela comissão de cursos MOOC do Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância (CEFOR) do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

A última etapa do processo de construção do modelo ADDIEM é a Avaliação, que ocorre em três momentos distintos. No curso MOOC deste trabalho, foram realizadas avaliações por especialistas, revisores gramaticais e pela CGTE (Coordenadoria Geral de Tecnologias Educacionais). A avaliação por especialistas foi conduzida por indivíduos que possuam experiência na mesma área do MOOC e na área do PC e foram representativos do perfil do público-alvo do curso.

5. Curso Híbrido de Práticas de Pensamento Computacional em Ciências

O curso MOOC proposto <<https://mooc.cefor.ifes.edu.br/>> foi nomeado como “Práticas de Pensamento Computacional em Ciências”, e será disponibilizado para a comunidade geral, no qual traz uma abordagem com conteúdos teórico-práticos relacionados à computação sob a perspectiva da educação científica, contextualizados com os temas científicos abordados, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil. Na Figura 2, é apresentado o fluxo do curso híbrido

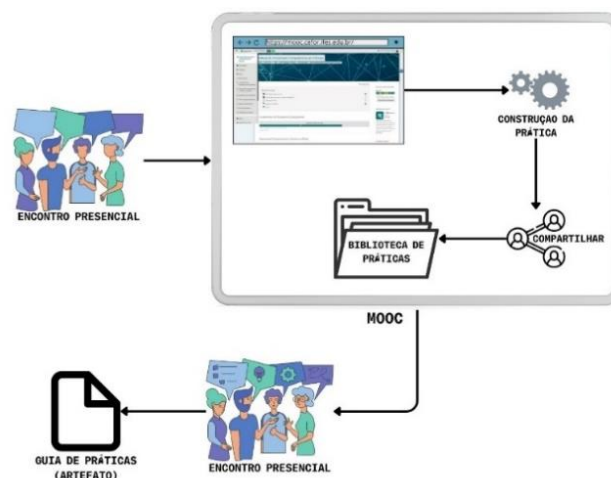


Figura 2 - Fluxo da Formação Híbrida. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O primeiro passo envolve um encontro presencial, cujo propósito é a apresentação do planejamento do curso e das atividades a serem desenvolvidas no MOOC. Na última unidade do curso MOOC, o professor tem a oportunidade de criar uma prática pedagógica e compartilhar em uma biblioteca divulgada na comunidade acadêmica. Os professores tiveram a possibilidade de expandir as práticas pedagógicas compartilhadas, adicionando novos elementos, recursos ou ajustando-as para melhor atender às demandas específicas de suas salas de aula. Essa troca de experiências e colaboração entre os educadores promove a melhoria contínua e a evolução das práticas educacionais, beneficiando a comunidade como um todo.

Vale ressaltar que os participantes se engajam na criação de práticas pedagógicas por meio de suas relações e *background* com a área das ciências, contribuindo para a construção do conhecimento juntamente com outros membros do grupo de interesse, podendo oferecer suporte por meio de pesquisa, argumentação e sugestões.

6. Prova de Conceito

Para validar a proposta, foi implementada uma formação continuada em formato híbrido com uma turma piloto do MOOC proposto. Professores de ciências das escolas públicas do município de Vila Velha no Espírito Santo participaram desse processo formativo. O desenvolvimento ocorreu por meio de um curso de formação continuada em Ciências, com ênfase em PC, entre os meses de agosto e novembro de 2022. O curso teve uma carga horária de vinte horas, dividido em quatro encontros presenciais, e contou com a participação total de 27 professores.

No primeiro encontro, foi apresentada ao grupo de professores a proposta do curso de formação, que faz parte de uma pesquisa de doutorado em andamento. Dialogou-se com os professores sobre a importância da colaboração para o desenvolvimento deste projeto, assim como os benefícios que poderiam proporcionar, permitindo a replicação de tais vivências e práticas pedagógicas para outros pesquisadores-professores. Uma apresentação dos fundamentos do Pensamento Computacional foi realizada, incluindo o histórico e a relação com a área de ciências. Foi promovido um momento de discussão, focado em incentivar a participação ativa dos professores na formação e destacar a importância de sua contribuição para a melhoria da formação em ciências.

Na Figura 3, há um exemplo de prática pedagógica desplugada que foi desenvolvida com os professores durante os encontros. Nessa prática, participam duas pessoas. Foca-se na seguinte situação problema: Um cientista é responsável por analisar uma amostra desconhecida de matéria encontrada em um laboratório. Sabe-se que a amostra é composta por uma mistura de substâncias, mas não se tem informações precisas sobre sua composição.



Figura 3 - Exemplo de Atividade Desplugada. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O objetivo é criar um trajeto para classificar os elementos como homogêneos ou heterogêneos (conforme combinado entre os jogadores) e, utilizando os conceitos do PC,

criar estratégias para realizar o menor caminho até colher a mistura dos itens e sair do tabuleiro. Ao trabalhar com essas misturas, os estudantes podem aprender sobre a natureza e as propriedades das substâncias químicas, além de compreender as reações químicas que podem alterá-las. Nessa prática, foi adicionada a busca pelos elementos dentro de um tabuleiro com o propósito de traçar uma rota e escolher o caminho mais curto ou longo.

Para iniciar essa prática, a i) dupla combinam se a rodada será para a busca dos elementos heterogêneos ou homogêneos. ii) O jogador desafiante insere no tabuleiro as peças início (representado pela estrela) e fim (representado pela lua), no qual serão utilizados como referência do local de partida e chegada. Logo em seguida, insere no tabuleiro as peças que contém os elementos. Sugerimos 3 até 6 elementos (peças). iii) O jogador desafiado escolhe um personagem para percorrer o tabuleiro e escolhe e coloca na posição da peça início (estrela). iv) Utilizando a cartela da trilha, o jogador desafiado irá escolher o caminho que irá percorrer para pegar os itens que fazem a combinação dos elementos.

Para contribuir com este estudo, no quarto encontro da formação, discutiu-se a pré-avaliação e pré-validação das práticas para compor no MOOC, apresentando as considerações e comentários feitos pelos professores que participaram do curso de formação continuada. Com o objetivo de aprimorar as observações e avançar na pré-avaliação, foi disponibilizado aos professores cursistas um formulário durante o último encontro. Após a implementação das práticas, foi solicitado que os cursistas realizassem uma avaliação voluntária e anônima das práticas realizadas durante os encontros.

Recursos de observação foram utilizados em atividades práticas para compreender as ações dos professores em sala de aula e aprofundar o conhecimento sobre suas práticas pedagógicas. O objetivo era analisar, ajustar e melhorar essas práticas para torná-las mais efetivas e alinhadas com as necessidades reais.

O questionário previamente elaborado para a avaliação analisou dados qualitativos e quantitativos de forma simultânea. Dos 27 professores que participaram do curso de formação, 21 responderam às perguntas relacionadas à percepção do curso de formação, em particular as práticas relacionadas à área de ciências, o que corresponde a 77,7% do total. A seguir, é apresentada em formato de Quadro a estrutura e as respostas do questionário. No Quadro 1, são apresentados os resultados da pesquisa de satisfação geral dos professores participantes do curso de formação. As perguntas do questionário eram do tipo objetiva, com as seguintes opções de resposta: Sim, Não e Talvez (parcialmente).

Quadro 1. Satisfação geral sobre a formação

Perguntas	Sim	Não	Talvez
A formação fez sentido para você em suas práticas pedagógicas?	21	0	0
Você utilizará as práticas desenvolvidas na sala de aula?	20	0	1
Você conseguiria explicar de maneira contextualizada o Pensamento Computacional para alguém que nunca ouviu falar sobre esse assunto?	18	0	3
As práticas desenvolvidas na formação fazem conexão com Ciências e o Pensamento Computacional?	19	0	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No Quadro 2, são destacadas algumas respostas à pergunta: “Como você explicaria Pensamento Computacional para alguém que nunca ouviu falar sobre esse assunto?”. As justificativas de uma pergunta intencional foram apresentadas aos professores cursistas, com o objetivo de compreender e avaliar se eles conseguiram entender o conceito do Pensamento Computacional dentro de seu contexto e cotidiano. De maneira geral, observa-se que as respostas abordam conceitos e conteúdos relacionados aos fundamentos do PC. Os participantes aplicaram esses conceitos em seus contextos específicos de ensino de ciências, permitindo o desenvolvimento de habilidades essenciais para o mundo contemporâneo.

Quadro 2. Explicação sobre o conceito de Pensamento Computacional

É uma forma de planejar e mapear os passos a serem realizados para concluir uma tarefa.
É uma estratégia usada para resolver problemas com a ajuda da tecnologia.
Começaria com uma dinâmica, abordando os principais conceitos.
Pensamento computacional é resolver problemas grandes dividindo -o em partes pequenas.
É uma forma de pensar a resolução de problemas.
Que esse pensamento usa comandos para a execução de tarefas.
Resolução de problemas simples ou complexos, sem necessariamente ser online, com a possibilidade de encontrar várias soluções.
Forma para melhorar as respostas e dúvidas sobre a área computacional.
É o passo a passo.
É a solução para problemas mais complexos.
Pensar em etapas como um algoritmo de programação.
habilidade mental que envolve a capacidade de resolver problemas de forma lógica e estruturada.
dividir um problema complexo em partes menores, identificando padrões e abstrações, criando algoritmos e testando soluções.
pode ser aplicado em diversas áreas para resolver problemas.
Ele ajuda as pessoas a desenvolverem uma mentalidade crítica, criativa e resoluta.
É uma maneira para resolver problemas simples e complexos utilizando os quatro pilares.
uma forma de resolver problemas de maneira eficiente.
É uma forma de planejar e mapear os passos a serem realizados para concluir uma tarefa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por fim, é importante ressaltar que essa pré-avaliação não deve ser encarada como um objetivo em si, mas como uma etapa fundamental para a melhoria das práticas e do processo de construção do MOOC proposto. Por meio dessa avaliação, é possível identificar tanto os aspectos bem-sucedidos quanto aqueles que precisam ser aprimorados, possibilitando assim um processo contínuo de evolução no ensino-aprendizagem.

7. Considerações Finais

Este trabalho buscou refletir sobre os caminhos e abordagens para promover a divulgação científica utilizando o curso MOOC na formação de professores de ciências. O PC pode contribuir para aprimorar as práticas pedagógicas tanto para professores de Ciências quanto de outras áreas do ensino. No entanto, observa-se que as experiências de implementação do PC tendem a se concentrar no ensino da linguagem de programação ou estão intimamente relacionadas ao ensino de matemática.

Notaram-se que existem divergências em relação ao conceito do PC e sua representação, uma vez que algumas práticas educacionais ainda se limitam a ensinar codificação sem explorar plenamente as oportunidades reais. Uma dessas oportunidades consistem na formação de professores com o objetivo de identificar, expressar e resolver problemas, utilizando as ferramentas e os princípios do PC em suas práticas pedagógicas, e que nem sempre requer o uso de dispositivos eletrônicos.

Os cursos MOOCs são projetados para permitir a participação em massa, oferecendo uma experiência completa de aprendizado. Percebeu-se que para os professores faz diferença uma vez que são práticos e oferecem flexibilidade para aqueles que desejam estudar um assunto específico ou adquirir novos conhecimentos em uma área específica, e que muitas vezes seu tempo acaba sendo escasso.

Logo, ao considerar a inserção do PC na educação brasileira, nota-se a necessidade de uma formação mais sólida e abrangente para os professores. Apesar do respaldo dos documentos educacionais, o PC ainda representa um desafio que requer contribuições científicas, especialmente no contexto da educação básica. É fundamental investir em pesquisas que forneçam orientações claras e apoio tecnológico-cultural, visando uma implementação eficaz e benefícios concretos para os estudantes.

Desta forma, esta pesquisa busca contribuir com reflexões e práticas pedagógicas capazes de enfrentar os desafios do século XXI, utilizando o PC de maneira potencializadora na conexão da aprendizagem de Ciências, fornecendo estratégias educacionais que permitem uma abordagem contextualizada.

8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

Referências

- Aksit, O. and Wiebe, E. (2020) Exploring force and motion concepts in middle grades using computational modeling: A classroom intervention study. *Journal of Science Education and Technology*. p. 65–82.
- Banerjee, I., Walter, P., Guthke, A. The method of forced probabilities: a computation trick for Bayesian model evidence. (2023). *Comput Geosci* 27, p. 45–62. <https://doi.org/10.1007/s10596-022-10179-x> Acesso em 29 de maio de 2023.
- Barr, D., John, H. and Leslie C, (2011) “Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone.” *Learning and leading with technology* p. 20-23.
- Battestin, V.; Santos, P. ADDIEM – Um Processo para Criação de Cursos MOOC. *Revista Científica em Educação a Distância EaD em Foco*, São Paulo, v. 12, n.1, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18264/eadf.v12i1.1648>. Acesso em: 27 outubro. 2023.

- Bobsin, R. S., Nunes, N. B., Kologesi, A. L., Bona, A. S. (2020) O Pensamento Computacional presente na Resolução de Problemas Investigativos de Matemática na Escola Básica. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE, 2020) Disponível em <<https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1473>> Acesso em 07 de junho de 2023.
- Cadieux, D., Wiebe, E., Akram, B., Aksit, O. and Buffum, P. (2018) Computational thinking integration into middle grades science classrooms: Strategies for meeting the challenges. *Middle Grades Review*.
- Christensen, D. Pensamento Computacional para Aprender a Sustentabilidade Ambiental: Uma Progressão de Aprendizagem. (2011). *J Sci Educ Technol* 32 , 26–44. 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s10956-022-10004-1>> Acesso em: 26 de maio de 2023.
- Demo, P. (2011) *Pesquisa: princípio científico e educativo*. 14. ed. São Paulo: Cortez.
- Hutchins, N., Biswas, G., Maróti, M., Lédeczi, A., Grover, S., Wolf, R., Blair, K., Chin, D., Conlin, L., Basu, S., Mcelhaney, K. (2020) C2STEM: A system for synergistic learning of physics and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*. p. 83–100.
- ISTE, Standards for Educators: Computational Thinking Competencies. International Society for Technology in Education. Disponível em: <http://iste.org/standards>.
- Mattar, J. (2013) *Aprendizagens em ambientes virtuais: teorias, conectivismo e MOOCs*. Artigo Revista Digital Teccogs, São Paulo, v. 2, n. 7, p. 21-40.
- Rekēna A., Pinheiro M.J., Bonturi N., Belouah I., Tammekivi E., Herodes K., Kerkhoven E. J., Lahtvee P. (2023). Genome-scale metabolic modeling reveals metabolic trade-offs associated with lipid production in *Rhodotorula toruloides*. *PLOS Computational Biology*. 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011009>>. Acesso em 29 de maio de 2023.
- Quinn, H., Schweingruber, H. and Keller, T. (2012) *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Quintas-Mendes, A., Batista, E. and Amante, L. (2022) Learning Design of a Programming and Robotics MOOC for Childhood Teachers and Educators. *Revista Prisma Social*, [S. l.], n. 39, p. 234–261.
- Tucker-Raymond, E., Puttick, G., Cassidy, M., Harteveld, C., and Troiano, G. (2019) I Broke Your Game!: Critique among middle schoolers designing computer games about climate change. *International Journal of STEM Education*.
- Wilensky, U., Brady, C. and Horn, M. (2014) Fostering Computational Literacy in Science Classrooms. *Communications of the ACM*. 57. p. 24-28.
- Wing, J. (2006) Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35.