

BRINCANDO COM ORDENAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO DE ALGORITMOS POR MEIO DA COMPUTAÇÃO DESPLUGADA EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

PLAYING WITH SORTING: A TEACHING EXPERIENCE OF ALGORITHMS THROUGH UNPLUGGED COMPUTING IN A COMPUTER SCIENCE TEACHER EDUCATION PROGRAM

JUGANDO CON LA ORDENACIÓN: UNA EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA DE ALGORITMOS A TRAVÉS DE LA COMPUTACIÓN DESENCUFIADA EN UN CURSO DE LICENCIATURA EN COMPUTACIÓN

João da Mata Libório Filho¹
Rosielly Silva Ferreira²
Genarde Macedo Trindade³
Ester Figueiredo Araújo⁴
Ione de Castro Matos⁵

RESUMO: O ensino de algoritmos de ordenação representa um desafio na formação em Computação, dada a dificuldade dos estudantes em compreender processos abstratos. Este trabalho descreve uma experiência realizada na disciplina de Estrutura de Dados em um curso de Licenciatura da Computação da Universidade <omitida para revisão>, na qual dinâmicas de computação desplugada foram utilizadas para apoiar a aprendizagem. Após aulas teóricas e práticas, os estudantes criaram representações físicas de cinco algoritmos. A pesquisa, de abordagem qualiquantitativa, envolveu observações, prova e questionário. Os resultados indicam altos níveis de compreensão, engajamento e clareza didática, sugerindo que atividades desplugadas favorecem o entendimento.

Palavras-chave: Computação Desplugada. Algoritmos de Ordenação. Formação de Professores de Computação.

¹Doutor em Informática pelo Instituto de Computação (ICOMP/UFAM), docente Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

²Discente do curso de Licenciatura em Computação na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Núcleo de Ensino Superior de Novo Aripuanã.

³Mestre em Tecnologias Emergentes em Educação pela Must University, Flórida, USA. Docente da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁴Doutora em Ciências da Educação pela Universidade do Minho, Portugal. Docente na rede Estadual de Ensino – Escola Estadual Jose Carlos Martins Mestrinho - Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar (SEDUC - AM).

⁵Licenciada em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT). Trainee no Programa PROTLAB (CESIT)

ABSTRACT: The teaching of sorting algorithms represents a challenge in Computer Science education, given students' difficulty in understanding abstract processes. This paper describes an experience carried out in the Data Structures course within a Computer Science Teacher Education program at the University <omitted for review>, in which unplugged computing activities were used to support learning. After theoretical and practical classes, students created physical representations of five algorithms. The research, adopting a quali-quantitative approach, involved observations, a test, and a questionnaire. The results indicate high levels of understanding, engagement, and instructional clarity, suggesting that unplugged activities foster comprehension.

Keywords: Unplugged Computing. Sorting Algorithms. Computer Science Teacher Education.

RESUMEN: La enseñanza de los algoritmos de ordenación representa un desafío en la formación en Ciencias de la Computación, dada la dificultad de los estudiantes para comprender procesos abstractos. Este artículo describe una experiencia realizada en la asignatura de Estructuras de Datos, en un programa de formación docente en Ciencias de la Computación de la Universidad <omitida para revisión ciega>, en la cual se utilizaron actividades de computación desenchufada para apoyar el aprendizaje. Tras clases teóricas y prácticas, los estudiantes crearon representaciones físicas de cinco algoritmos. La investigación, adoptando un enfoque cualicuantitativo, incluyó observaciones, una prueba y un cuestionario. Los resultados indican altos niveles de comprensión, compromiso y claridad didáctica, lo que sugiere que las actividades desenchufadas favorecen la comprensión.

Palabras clave: Computación Desenchufada. Algoritmos de Ordenación. Formación de Profesores de Computación.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de algoritmos de ordenação constitui um dos desafios centrais na formação inicial em Computação, sobretudo porque envolve abstrações que nem sempre são facilmente assimiladas por estudantes em seus primeiros contatos com estruturas de dados (CRISTOVÃO, 2014; MAOR, 2015). No âmbito da disciplina Estrutura de Dados, ofertada a uma turma de Licenciatura em Computação no município <omitido para revisão>, buscou-se explorar abordagens pedagógicas que tornassem esses conceitos mais acessíveis e significativos. Entre essas abordagens, atividades de computação desplugada têm se destacado por favorecerem a visualização concreta de processos algorítmicos, bem como o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento computacional (WEIGEND et al., 2019). Nesse contexto, realizou-se um projeto prático no qual os estudantes criaram e apresentaram dinâmicas desplugadas para explicar diferentes algoritmos clássicos de ordenação.

Para orientar a análise desta experiência, foram estabelecidas três questões norteadoras: (i) como as dinâmicas desplugadas contribuem para a compreensão dos algoritmos de

ordenação; (ii) quais evidências de aprendizagem, engajamento e criatividade são observadas; e (iii) como os estudantes traduzem conceitos abstratos de algoritmos em representações concretas durante o processo de criação e execução das atividades. Essas questões permitiram estruturar a condução da intervenção, as estratégias de avaliação e a interpretação dos resultados, articulando perspectivas quantitativas e qualitativas.

O objetivo deste trabalho é analisar a contribuição pedagógica das dinâmicas desplugadas para o entendimento dos algoritmos de ordenação por estudantes da Licenciatura em Computação, identificando evidências de aprendizagem conceitual, participação ativa, criatividade e capacidade de representar processos algorítmicos de maneira concreta. Busca-se, assim, compreender em que medida atividades desse tipo podem enriquecer o ensino de Estrutura de Dados e apoiar a formação inicial de futuros professores de Computação.

A metodologia adotada envolveu a organização dos estudantes em grupos, a escolha de um algoritmo de ordenação e o desenvolvimento de uma dinâmica desplugada capaz de representá-lo de forma intuitiva. As apresentações foram registradas por meio de vídeos, fotografias e roteiros escritos, além de observações em diário de campo. Após a atividade, aplicou-se um questionário composto por itens em escala *Likert* (com valores de 1 a 5) e perguntas abertas, permitindo combinar análise estatística descritiva com análise temática das percepções dos participantes. Esse conjunto de dados possibilitou avaliar tanto a compreensão conceitual quanto aspectos subjetivos da experiência.

De modo geral, os resultados apontam que as dinâmicas favoreceram uma compreensão mais clara dos algoritmos, ampliaram o engajamento dos estudantes e estimularam a criatividade na elaboração de representações físicas e narrativas. Evidências de aprendizagem emergiram tanto nas respostas quantitativas, que apresentaram altos índices de concordância, quanto nos relatos qualitativos, nos quais os participantes destacaram a visualização concreta, o trabalho colaborativo e a facilidade em explicar posteriormente o funcionamento dos algoritmos. Esses achados sugerem que a computação desplugada pode desempenhar um papel relevante na aproximação entre teoria e prática no ensino inicial de algoritmos.

Por fim, este artigo organiza-se em seis seções. A Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre computação desplugada e ensino de algoritmos. A Seção 3 discute os trabalhos relacionados. A Seção 4 descreve a metodologia adotada na pesquisa. Na Seção 5 são apresentados e discutidos os resultados quantitativos e qualitativos obtidos. Por fim, a Seção 6 reúne as conclusões, as implicações pedagógicas do estudo e sugestões de trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão dos fundamentos que orientam o uso de atividades desplugadas no ensino de Computação requer uma breve discussão conceitual sobre as abordagens pedagógicas que sustentam essa prática. Assim, esta seção apresenta elementos teóricos que contribuem para explicar por que estratégias baseadas em manipulação concreta, colaboração e representação ativa têm se mostrado eficazes para apoiar o aprendizado de algoritmos. Para isso, são discutidos princípios da computação desplugada, perspectivas da aprendizagem ativa e desafios próprios do ensino de algoritmos de ordenação.

2.1. Computação Desplugada e Ensino De Algoritmos

A computação desplugada consolidou-se como uma abordagem pedagógica que busca introduzir conceitos fundamentais da Computação por meio de atividades manipuláveis, colaborativas e contextualizadas, sem o uso direto de computadores. Bell, Witten e Fellows (2011) demonstraram que atividades desplugadas podem favorecer o entendimento de estruturas e processos computacionais abstratos ao transformá-los em experiências concretas, acessíveis e lúdicas. Essa perspectiva dialoga diretamente com o construcionismo de Papert (1980), que defende que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando o estudante constrói artefatos, físicos ou conceituais, que expressam seu próprio entendimento.

No contexto brasileiro, diversos estudos têm evidenciado a importância da computação desplugada como estratégia pedagógica para introduzir conceitos fundamentais da área de forma acessível e significativa. Lopes e Ohashi (2019) mostram que atividades impressas e dinâmicas interativas podem estimular a criatividade, a produtividade e o desenvolvimento do pensamento computacional entre estudantes do ensino fundamental, mesmo em contextos com limitações de infraestrutura. De maneira complementar, pesquisas como as de Reis et al. (2018) e Vieira, Passos e Barreto (2013) demonstram que dinâmicas desplugadas favorecem a aprendizagem colaborativa, a interação entre pares e a compreensão de fundamentos da Computação por meio de representações físicas, lúdicas e envolventes. No ensino superior, Mourão et al. (2025) reforçam que abordagens não digitais, como jogos baseados em cartas, podem promover engajamento, raciocínio lógico e compreensão prática de conceitos abstratos. Em conjunto, esses trabalhos destacam que a computação desplugada constitui uma estratégia consistente e eficaz para apoiar a compreensão de algoritmos e processos computacionais antes de sua implementação formal em ambientes de programação.

2.2. Aprendizagem Ativa e Representações Concretas

A aprendizagem ativa tem sido amplamente defendida como abordagem eficaz para o ensino de Computação, especialmente em disciplinas introdutórias que exigem que o estudante manipule ideias complexas de forma significativa. Segundo Wing (2006), o desenvolvimento do pensamento computacional envolve competências como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e construção de representações, todas favorecidas por metodologias ativas que colocam o aluno no centro do processo de descoberta.

Nesse sentido, a utilização de representações concretas, objetos físicos, encenações, diagramas e analogias espaciais, atua como ponte cognitiva entre a teoria abstrata e a intuição prática do estudante. Pesquisas como a de Maor (2015) revelam que estudantes enfrentam dificuldades para compreender comportamentos dinâmicos de algoritmos como o *Quicksort*, justamente por não conseguirem visualizar adequadamente as operações internas de divisão, comparação e troca. Da mesma forma, Weigend et al. (2019) mostram que atividades criativas desconectadas potencializam o pensamento computacional ao permitir que os estudantes externalizem sua compreensão e revisem suas próprias estratégias de raciocínio.

Silva et al. (2019) identificam que dificuldades no ensino de algoritmos e estruturas de dados persistem mesmo com métodos tradicionais, reforçando a importância de abordagens baseadas em experimentação, prática colaborativa e visualização concreta.

2.3. Ensino de Algoritmos de Ordenação

Os algoritmos de ordenação ocupam posição central na formação em Computação, pois demandam que os estudantes compreendam abstrações complexas, como comparações, manipulação de estruturas de dados e, em métodos mais sofisticados, particionamento e recursão. Essas características tornam o conteúdo desafiador, especialmente quando o ensino se apoia somente em explicações textuais e código-fonte, sem oferecer formas concretas de visualizar o comportamento interno dos algoritmos.

Diversas pesquisas têm buscado mitigar essas dificuldades por meio de ferramentas de visualização e jogos educativos. O sistema SEED, por exemplo, permite acompanhar execuções passo a passo e comparar desempenhos entre algoritmos, favorecendo a compreensão do fluxo interno das operações (VERAS, et al., 2010). Estudos com o jogo SORTIA (BATTISTELLA, et al., 2012), utilizado no ensino do *Heapsort*, mostram que a execução manual e reflexiva dos passos do algoritmo pode melhorar a clareza conceitual e o

engajamento dos estudantes. De forma complementar, iniciativas como Computação Plugada Ordenação *Web* indicam que visualizações guiadas auxiliam alunos da educação básica na compreensão de métodos como *Insertion Sort* e *QuickSort*, reforçando a importância de representações intuitivas do processo de ordenação (FERREIRA; GONÇALVES; REBOUÇAS, 2024).

Ferramentas educacionais mais especializadas também têm mostrado resultados positivos. A ferramenta Kloss (JOHANSSON; FLOR, 2018), desenvolvida no ambiente *Scratch*, apresenta animações personalizadas para diferentes algoritmos e obteve altos índices de aceitação entre os alunos, sugerindo que visualizações detalhadas facilitam o entendimento procedural do conteúdo. Em conjunto, esses estudos demonstram que abordagens baseadas em simulação, visualização e manipulação ativa constituem estratégias eficazes para apoiar o ensino de algoritmos de ordenação, ampliando a compreensão, a motivação e o desenvolvimento do pensamento computacional.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

A literatura recente reúne diversas experiências que exploram a computação desplugada e atividades híbridas para o desenvolvimento do pensamento computacional e para o ensino de algoritmos em diferentes níveis de ensino. Nesta seção são destacados cinco estudos publicados entre 2023 e 2025 que dialogam diretamente com esta pesquisa, seja pelo uso de dinâmicas desplugadas, seja pelo foco em algoritmos e na formação de competências docentes.

No trabalho de Alves e De Bona (2023), é proposta uma atividade híbrida para o ensino de algoritmos, iniciando com uma etapa desplugada e culminando na implementação plugada em linguagem de programação. Os autores mostram que a transição entre representação concreta e código favorece a compreensão de estruturas de controle e de fluxo de execução. Diferentemente desse estudo, que tem foco na articulação entre modalidades e na implementação final do algoritmo, o presente artigo enfatiza o planejamento e a encenação de dinâmicas desplugadas pelos próprios licenciandos, privilegiando o processo de didatização dos algoritmos de ordenação para futuros contextos escolares.

Grebogy, Castilho e Santos (2025) investigam o impacto de um conjunto de atividades de computação desplugada nos anos iniciais do ensino fundamental, utilizando pré e pós-testes para mensurar habilidades de pensamento computacional; os resultados indicam ganhos expressivos após as intervenções exclusivamente desplugadas. Enquanto esse estudo se

concentra em habilidades gerais de pensamento computacional em crianças, o trabalho “Brincando com Ordenação” volta-se a um conteúdo algorítmico específico (métodos de ordenação) e a um público de licenciandos, buscando articular compreensão conceitual profunda com a capacidade de planejar intervenções didáticas futuras.

Silva e Madeira (2024) discutem a computação desplugada como estratégia pedagógica para implementação do ensino de pensamento computacional no ensino fundamental, enfatizando a inserção curricular e o papel das atividades concretas para aproximar os estudantes dos conceitos de Computação. Em comparação, o presente estudo ocupa uma posição a montante da escola básica: trabalha com a formação inicial de professores de Computação, usando as dinâmicas desplugadas não apenas como recurso para ensinar algoritmos aos licenciandos, mas também como experiência de planejamento e reflexão sobre como esses conteúdos podem ser transpostos para a educação básica.

Lago e Aragón (2024) apresentam um conjunto de atividades de programação desplugada voltadas ao desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica, discutindo resultados em termos de engajamento e de evidências de aprendizagem em diferentes dimensões (decomposição, reconhecimento de padrões, algoritmos). Assim como neste artigo, as autoras defendem o potencial das atividades desplugadas para tornar o raciocínio algorítmico mais acessível; contudo, seu foco é mais amplo, contemplando programação de forma geral, enquanto o presente trabalho aprofunda um tópico específico, os algoritmos de ordenação, e explora a autoria de dinâmicas pelos licenciandos como estratégia formativa.

Por fim, Ferreira et al. (2025) propõem uma experiência com estudantes do 1º ano do ensino fundamental na qual o algoritmo *Bubble Sort* é trabalhado por meio de uma coreografia de dança, aproximando explicitamente um algoritmo de ordenação de uma representação corporal e lúdica. A semelhança com o presente estudo está na escolha de um algoritmo de ordenação e no uso de uma linguagem não convencional (dança, encenações) para concretizar operações de comparação e troca. A diferença central reside no público e nos objetivos: enquanto Ferreira et al. (2025) atuam diretamente com crianças da educação básica, esta pesquisa mobiliza licenciandos em Computação para que criem e analisem suas próprias dinâmicas desplugadas, enfatizando a reflexão pedagógica e a formação docente para o ensino de algoritmos.

4. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido com base em uma abordagem de pesquisa-ação, de natureza quali-quantitativa, orientada à compreensão e ao aprimoramento das práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de algoritmos de ordenação em um contexto formativo real. A pesquisa ocorreu na disciplina Estrutura de Dados do curso de Licenciatura Computação da Universidade <omitida para revisão>, no município <omitido para revisão>, envolvendo uma turma composta por 49 estudantes. A escolha pela pesquisa-ação se justifica pela participação ativa do professor-pesquisador no planejamento e na mediação das atividades, assim como pela ênfase na reflexão conjunta sobre o processo de aprendizagem, permitindo captar tanto evidências objetivas quanto percepções subjetivas relacionadas à compreensão dos algoritmos.

O percurso formativo iniciou-se com 8 horas de aulas expositivas e práticas, durante as quais foram abordados os principais algoritmos de ordenação, suas características estruturais, seus comportamentos em diferentes tipos de entrada e sua implementação em linguagem *Python*. Nessa etapa, os alunos tiveram acesso a experimentações em laboratório, observando execuções passo a passo, depurando implementações e comparando desempenhos, o que buscou garantir uma base conceitual e procedimental sólida antes da etapa de transposição didática.

Em seguida, foi proposto um trabalho prático de criação de atividades desplugadas, com o objetivo de desafiar os licenciandos a representar fisicamente ou simbolicamente algoritmos formais, mobilizando estratégias de comunicação didática. A turma foi dividida em cinco grupos, cada um responsável por um algoritmo específico: *Selection Sort*, *Insertion Sort*, *Bubble Sort*, *MergeSort* e *QuickSort*. A cada grupo foi solicitado que estudasse o funcionamento lógico do algoritmo, identificando suas operações fundamentais, e conceber uma dinâmica concreta capaz de externalizar seus passos de execução. Além disso, os estudantes deveriam elaborar um roteiro detalhado, contendo objetivos pedagógicos, justificativa didática, materiais necessários e procedimentos da atividade.

As dinâmicas elaboradas refletiram diferentes modos de materializar o pensamento algorítmico: o *Selection Sort* foi representado por uma busca repetida do menor valor entre alunos segurando números; o *Insertion Sort*, por uma metáfora de alunos representando cartas sendo inseridas em ordem crescente; o *Bubble Sort*, por deslocamentos sucessivos bolhas “alunos” em uma fila, simulando comparações e trocas; o *MergeSort*, por divisões sucessivas da turma e fusões ordenadas que evidenciavam o paradigma de divisão e conquista; e o *QuickSort*, por particionamentos guiados pela escolha de um pivô humano, com grupos de valores maiores

e menores posicionando-se em lados opostos. Cada grupo apresentou sua dinâmica em sala, dispondo de cerca de quinze minutos para explicar o algoritmo, conduzir a atividade com os colegas e demonstrar como a execução resultava em uma lista ordenada.

Figura 1 - Dinâmicas desplugadas elaboradas pelos estudantes para representar algoritmos de ordenação.



Após as apresentações, foi aplicado um questionário composto por vinte (20) questões fechadas e uma questão aberta (Quadro 1), estruturado para avaliar quatro dimensões: (1) compreensão dos algoritmos de ordenação, (2) aprendizagem, engajamento e criatividade, (3) qualidade das representações concretas e do processo didático e (4) avaliação geral da experiência. A participação foi voluntária, mediante aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Dos 49 estudantes, 33 responderam ao instrumento as questões fechadas e 22 a questão aberta, fornecendo dados que permitiram tanto análises descritivas quanto interpretações qualitativas sobre os efeitos da atividade na aprendizagem dos participantes.

Quadro 1 - Itens do questionário organizados por dimensão.

Dim1-Compreensão dos algoritmos de ordenação	Dim2- Aprendizagem, engajamento e criatividade	Dim3- Representação concreta e didática	Dim4- Avaliação geral
Q1: A dinâmica desplugada ajudou-me a compreender melhor o funcionamento do meu algoritmo de ordenação.	Q6: A criação da dinâmica exigiu que eu pensasse criticamente sobre o algoritmo.	Q11: A forma física (cartas, alunos, objetos etc.) representou adequadamente as operações do algoritmo.	Q16: O projeto “Brincando com Ordenação” contribuiu significativamente para meu aprendizado em Algoritmos e Estruturas de Dados.

Q2: Consigo explicar os passos do algoritmo de forma mais clara após participar da atividade.	Q7: O trabalho em equipe favoreceu a troca de ideias e o aprendizado entre os colegas.	Q12: A dinâmica possibilitou relacionar a lógica computacional com situações do cotidiano.	Q17: Eu recomendaria a aplicação dessa metodologia em outras turmas da disciplina.
Q3: A atividade facilitou a visualização do processo de comparação, troca ou divisão de elementos.	Q8: A atividade despertou meu interesse e motivação para aprender algoritmos.	Q13: A representação concreta facilitou a compreensão de conceitos difíceis, como recursão e ordenação.	Q18: A atividade integrou teoria, prática e comunicação de forma equilibrada.
Q4: Compreendi as diferenças entre os algoritmos (<i>Selection</i> , <i>Insertion</i> , <i>Bubble</i> , <i>MergeSort</i> e <i>QuickSort</i>) a partir das apresentações dos grupos.	Q9: Senti-me engajado(a) durante a preparação e apresentação da dinâmica.	Q14: O exercício de ensinar o algoritmo para outros reforçou minha própria aprendizagem.	Q19: O tempo e os recursos disponíveis foram suficientes para desenvolver a dinâmica.
Q5: A dinâmica foi mais eficaz para aprender do que apenas estudar o código em <i>Python</i> .	Q10: A proposta estimulou a criatividade ao transformar conceitos abstratos em ações concretas.	Q15: A experiência mostrou que é possível ensinar computação de maneira acessível e divertida.	Q20: Pretendo utilizar as dinâmicas do projeto “Brincando com Ordenação” em minhas futuras práticas de docência no ensino fundamental.
Q21: Em sua opinião, de que forma o projeto “Brincando com Ordenação” contribuiu (ou não) para o seu aprendizado e desenvolvimento como futuro professor de Computação? (opcional)			

Essa triangulação entre aulas expositivas, criação colaborativa de dinâmicas desplugadas, apresentações práticas e coleta sistemática de dados possibilitou observar de forma abrangente como licenciandos interpretam, representam e ensinam algoritmos de ordenação, oferecendo um panorama robusto para a compreensão dos processos de aprendizagem em Computação.

10

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estatísticas Descritivas das Dimensões Avaliadas

A Tabela 1 apresenta os resultados descritivos das quatro dimensões avaliadas: Compreensão dos Algoritmos (Dim1), Engajamento e Aprendizagem (Dim2), Representação Concreta e Didática (Dim3) e Avaliação Geral da Atividade (Dim4).

Os dados mostram médias elevadas em todas as dimensões (entre 4,55 e 4,65), indicando percepção amplamente positiva dos estudantes sobre as dinâmicas desplugadas. Os valores de mediana entre 4,6 e 4,8 reforçam esse padrão.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas que sintetizam as percepções dos estudantes sobre compreensão, engajamento, representações concretas e avaliação geral.

	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Dim1	33	4,55	4,60	0,437	3,40	5,00
Dim2	33	4,65	4,80	0,474	3,00	5,00
Dim3	33	4,65	4,80	0,418	3,40	5,00
Dim4	33	4,62	4,80	0,491	3,20	5,00

Esses resultados sugerem que as atividades desplugadas foram percebidas como eficazes não apenas para compreensão conceitual, mas também para engajamento, clareza didática e satisfação geral, achados alinhados à literatura sobre aprendizagem ativa e representações concretas (BELL, WITTEN e FELLOWS, 2011; WING, 2006; WEIGEND et al., 2019).

5.2. Consistência Interna das Dimensões

A confiabilidade interna das escalas foi avaliada pelo Alfa de *Cronbach*, resultando conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Consistência interna das dimensões do instrumento, estimada pelo coeficiente alfa de *Cronbach*.

	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4
α de <i>Cronbach</i>	0,634	0,740	0,696	0,781

Os valores entre 0,63 e 0,78 indicam níveis de consistência interna aceitáveis a bons, sobretudo considerando que instrumentos educacionais baseados em escalas *Likert* podem apresentar variação de resposta.

Destaca-se que as dimensões com maior aderência teórica, Engajamento ($\alpha = 0,740$) e Avaliação Geral ($\alpha = 0,781$), apresentaram maior consistência, reforçando a robustez do instrumento.

Pedagogicamente, isso sugere que os itens de cada bloco efetivamente capturaram aspectos coerentes de aprendizagem, engajamento e clareza didática, elementos cruciais no ensino de algoritmos.

5.3. Relações Entre as Dimensões

A matriz de correlação revelou associações fortes e estatisticamente significativas entre todas as dimensões avaliadas ($p < 0,001$), conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação de Spearman (ρ) entre as dimensões do instrumento de avaliação.

		Dim1	Dim2	Dim3	Dim4
Dim1	Rho de Spearman	—			
	gl	—			
	p-value	—			
Dim2	Rho de Spearman	0,602	—		
	gl	31	—		
	p-value	<,001	—		
Dim3	Rho de Spearman	0,647	0,689	—	
	gl	31	31	—	
	p-value	<,001	<,001	—	
Dim4	Rho de Spearman	0,609	0,739	0,762	—
	gl	31	31	31	—
	p-value	<,001	<,001	<,001	—

Os resultados das correlações mostram um padrão consistente que reforça a efetividade das dinâmicas desplugadas no processo de aprendizagem. Observa-se que quanto maior a clareza das representações concretas, melhor é a avaliação geral da atividade ($\rho = 0,762$), o que indica que tais estratégias tornam mais visíveis e compreensíveis conceitos abstratos, achado alinhado às discussões de (WEIGEND et al., 2019; ALVES, DE BONA, 2023). A compreensão conceitual também se mostrou fortemente associada ao engajamento dos estudantes ($\rho = 0,602$), sugerindo que práticas ativas favorecem a motivação, que, por sua vez, retroalimenta a aprendizagem, conforme aponta a literatura sobre computação desplugada. Além disso, as elevadas intercorrelações entre as dimensões indicam que as atividades funcionam como um conjunto integrado de experiências, e não como ações isoladas. Em síntese, o destaque recai sobre a forte associação entre Representação Concreta e Avaliação Geral ($\rho = 0,762$), sugerindo que o uso de metáforas físicas, movimentação corporal e simulações colaborativas contribui de maneira significativa para a compreensão subjetiva e para a satisfação dos estudantes com a atividade.

5.4. Resultados Qualitativos

A análise temática das respostas à questão aberta (Q21) revelou cinco categorias principais sobre o impacto do projeto “Brincando com Ordenação” na formação dos licenciandos: (i) compreensão do conteúdo e dos algoritmos, (ii) desenvolvimento de competências docentes, (iii) fortalecimento do pensamento computacional e do raciocínio lógico, (iv) engajamento e motivação e (v) aprendizagem colaborativa. A categoria mais frequente foi a de compreensão do conteúdo/algoritmos, mencionada em 77,3% das respostas (Tabela 4). Os estudantes relatam que as dinâmicas desplugadas “permitiram compreender de forma prática os algoritmos” e tornaram o processo de ordenação “mais claro e fácil de visualizar”.

Tabela 4 – Categorias temáticas nas respostas à questão aberta (n = 22).

Categoria	Frequência	% de respostas
Compreensão do conteúdo/algoritmos	17	77,3%
Desenvolvimento de competências docentes	14	63,6%
Pensamento computacional e raciocínio lógico	12	54,5%
Engajamento e motivação	11	50,0%
Aprendizagem colaborativa	3	13,6%

A segunda categoria mais recorrente refere-se ao desenvolvimento de competências docentes (63,6%). Muitos participantes afirmam que a experiência lhes ofereceu “uma forma de ensinar que posso levar para a minha prática como futura professora”, indicando que o projeto foi percebido não apenas como atividade de aprendizagem de conteúdos, mas também como oportunidade de observar e experimentar estratégias didáticas para o ensino de Computação. Em mais da metade das respostas (54,5%) aparecem referências explícitas ao desenvolvimento do pensamento computacional e do raciocínio lógico, sobretudo na articulação entre teoria e prática e na necessidade de planejar etapas e decisões do algoritmo.

As dimensões afetivas também emergem de forma expressiva: 50% das respostas destacam engajamento e motivação, descrevendo as atividades como “divertidas”, “participativas” e capazes de “manter a atenção durante o conteúdo de ordenação”. Por fim, 13,6% mencionam explicitamente a aprendizagem colaborativa, enfatizando o trabalho em equipe, a comunicação e a troca entre colegas. Esses achados qualitativos reforçam os resultados quantitativos, indicando que o projeto contribuiu simultaneamente para a compreensão

conceitual dos algoritmos e para o desenvolvimento de competências pedagógicas e socioemocionais relevantes à atuação como futuros professores de Computação.

5.5. Integração dos Resultados: Contribuições Pedagógicas

Os resultados quantitativos indicam que as dinâmicas desplugadas foram particularmente eficazes para apoiar a compreensão dos algoritmos, promovendo engajamento ativo dos estudantes e facilitando a visualização concreta de abstrações computacionais. As evidências também mostram que a experiência foi amplamente bem avaliada pela turma, sugerindo que a combinação entre experimentação corporal, interação colaborativa e metáforas visuais contribuiu de maneira substantiva para o processo de aprendizagem. As dimensões avaliativas apresentaram médias elevadas e consistência interna satisfatória, reforçando a robustez das percepções registradas.

A análise qualitativa das respostas abertas complementa esses achados ao revelar que a maioria dos estudantes afirmou compreender melhor os algoritmos ao participar ativamente das dinâmicas, destacando que “visualizar o processo” e “representar fisicamente cada passo da ordenação” favoreceu seu entendimento. Muitos participantes também relataram ganhos diretamente relacionados à formação docente, afirmando que a atividade lhes ofereceu novas estratégias de explicação e planejamento pedagógico, potencialmente aplicáveis em sua futura prática profissional. Outros enfatizaram maior motivação e envolvimento, descrevendo a experiência como mais “dinâmica”, “interessante” e “significativa” do que abordagens exclusivamente expositivas. Esses relatos reforçam a ideia de que práticas desplugadas ampliam não apenas a compreensão conceitual, mas também aspectos afetivos e identitários vinculados à construção do papel docente.

Esses achados convergem com teorias de aprendizagem ativa (PAPERT, 1980), com os princípios da computação desplugada (BELL, WITTEN e FELLOWS, 2011) e com estudos recentes da literatura, que destacam que atividades corporais, manipuláveis e simbólicas favorecem o entendimento de algoritmos. Ademais, o fato de todas as dimensões apresentarem correlações significativas indica que a aprendizagem de algoritmos não se limita ao processamento cognitivo individual, mas envolve dimensões afetivas, sociais e representacionais que emergem da vivência prática e colaborativa. Dessa forma, os resultados

sugerem que atividades desplugadas constituem uma estratégia pedagógica promissora para cursos introdutórios de Computação, especialmente na formação inicial de professores. \

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A combinação das análises quantitativas e qualitativas revela um conjunto consistente de evidências sobre o potencial pedagógico das dinâmicas desplugadas no ensino de algoritmos de ordenação. Do ponto de vista quantitativo, as estatísticas descritivas, as medidas de confiabilidade interna e as correlações entre dimensões indicam que a abordagem foi bem-aceita pelos estudantes e contribuiu para elevar sua motivação, engajamento e compreensão conceitual. Os resultados apontam também para uma redução da carga cognitiva percebida, uma vez que as representações físicas e simbólicas facilitaram a internalização das etapas dos algoritmos e tornaram mais concretos conceitos abstratos associados à comparação, troca, particionamento e recursão. A percepção geral da disciplina também foi impactada, sugerindo que a estratégia adotada promoveu uma experiência formativa mais significativa.

Do ponto de vista qualitativo, as respostas abertas reforçam e aprofundam esses achados. Os estudantes relatam que a visualização corporal dos algoritmos, o uso de metáforas físicas e a necessidade de planejar coletivamente a dinâmica ampliaram sua compreensão e despertaram novas formas de pensar a prática docente. Relatos frequentes indicam ganhos na confiança para explicar conteúdos complexos, maior consciência sobre estratégias didáticas e uma valorização explícita da aprendizagem ativa. Esses elementos revelam que a atividade não apenas promoveu entendimento conceitual, mas também contribuiu para o desenvolvimento de competências profissionais importantes para futuros professores de Computação.

Em conjunto, os resultados sustentam a defesa de que atividades desplugadas constituem uma alternativa didática promissora para cursos introdutórios de Computação, especialmente no ensino de algoritmos de ordenação, tradicionalmente reconhecidos como conteúdos de alta abstração. A abordagem demonstra potencial para favorecer aprendizagens profundas, integrando aspectos cognitivos, afetivos e colaborativos do processo educativo.

Como perspectivas futuras, sugere-se ampliar a investigação para outros conteúdos da disciplina de Estruturas de Dados, bem como comparar o desempenho de estudantes que participam dessas dinâmicas com aqueles submetidos apenas a metodologias tradicionais.

Estudos longitudinais também podem explorar como essas experiências influenciam a prática docente dos licenciandos em estágios e em sua atuação profissional. Além disso, a integração de atividades desplugadas com ferramentas digitais interativas pode constituir um caminho promissor para ampliar o alcance e a diversidade de estratégias de ensino, fortalecendo ainda mais o vínculo entre teoria, prática e criatividade no ensino de Computação.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Neste trabalho, ferramentas de IA generativa foram utilizadas exclusivamente para apoiar a revisão textual, padronização estilística e clareza da escrita acadêmica, sem interferir na análise dos dados nem na interpretação dos resultados. Em particular, o *ChatGPT* foi empregado para sugerir reescritas, aprimorar coesão e coerência entre seções. Todas as decisões conceituais, análises estatísticas, categorizações qualitativas e interpretações apresentadas são de responsabilidade dos autores. O uso da IA foi conduzido em conformidade com boas práticas de transparência ética em pesquisa e com a política institucional de integridade acadêmica.

REFERÊNCIAS

ALVES, Lucas; DE BONA, Aline. Ensino de algoritmos através de atividade híbrida, plugada e desplugada. In: WORKSHOP EM ESTRATÉGIAS TRANSFORMADORAS E INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO (WETIE), 1., 2023, Porto Alegre. Anais do I Workshop em Estratégias Transformadoras e Inovação na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. P. 32-41.

BATTISTELLA, Paulo et al. Sortia: um jogo para ensino de algoritmo de ordenação – estudo de caso na disciplina de estrutura de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 2012. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2012.

BELL, Tim; WITTEN, Ian; FELLOWS, Mike. *Computer science unplugged: an enriched resource for teaching computational thinking*. University of Canterbury, 2011.

CRISTOVÃO, Henrique. Aprendizagem de algoritmos num contexto significativo e motivador: um relato de experiência. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 2014. Anais do Workshop sobre Educação em Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014.

FERREIRA, Lucimara et al. Pensamento computacional no 1º ano do ensino fundamental: explorando o Bubble Sort por meio da dança. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 33., 2025. Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 585-594.

FERREIRA, Marcos; GONÇALVES, Sabrina; REBOUÇAS, Ayla. Utilizando o sistema “Computação Plugada Ordenação Web” para ensinar sobre algoritmos de ordenação na educação básica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA (SBC-EB), 1., 2024. Anais do I Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 151-155.

GREBOGY, Elaine; CASTILHO, Marcos; SANTOS, Icléia. Computação desplugada: um recurso para o estímulo de habilidades relacionadas ao pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental – resumo estendido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 36., 2025. Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 1846-1849.

JOHANSSON, Karina; FLOR, Daniela. Kloss: ferramenta gráfica para o ensino de algoritmos de ordenação. *Revista Mundi – Engenharia, Tecnologia e Gestão*, 2018, v. 3, n. 4, p. 114-1-114-16.

LAGO, Muriel; ARAGÓN, Rosane. Atividades de programação desplugada como estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2024, v. 22, n. 1, p. 454-465.

LOPES, Alexandre; OHASHI, Andréa. Estimular o pensamento computacional através da computação desplugada aos alunos do ensino fundamental. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 2019. Anais do Workshop de Informática na Escola. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 424-433.

MAOR, Amit. A qualitative analysis of students’ difficulties with the Quicksort algorithm using arrays (abstract only). In: ACM SIGCSE TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 46., 2015, Kansas City, MO. Proceedings of the 46th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. New York: ACM, 2015. p. 680.

MOURÃO, Andreza et al. A computação desplugada como ferramenta para avaliação de conceitos de orientação a objetos no ensino superior. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (ED UCOMP), 5., 2025. Anais do V Simpósio Brasileiro de Educação em Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 347-356.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

REIS, Rachel et al. Relato de experiência sobre o uso da computação desplugada associada a uma teoria de aprendizagem colaborativa. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 24., 2018. Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 166-175.

SILVA, Davi et al. Estudos recentes sobre o ensino de algoritmos (CS1) e estruturas de dados (CS2) para estudantes de ciência da computação. In: FRONTIERS IN EDUCATION

CONFERENCE (FIE), 2019, Covington, KY. Proceedings of the Frontiers in: Education Conference. Covington, KY: IEEE, 2019. p. 1-8.

SILVA, João; MADEIRA, Cláudio. Computação desplugada no ensino fundamental: estratégia pedagógica para implementação do ensino do pensamento computacional. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2024, v. 22, n. 1, p. 165-174.

VERAS, Rodrigo et al. Ferramenta computacional para o ensino de algoritmos de ordenação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 2010. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2010.

VIEIRA, André; PASSOS, Odorico; BARRETO, Raquel. Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 21., 2013. Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013. p. 671-680.

WEIGEND, Michael et al. Computational thinking education through creative unplugged activities. *Olympiads in Informatics*, 2019, v. 13, p. 171-192.

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