

PENSAMENTO COMPUTACIONAL DESPLUGADO: ENSINO E AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO PRIMÁRIA BRASILEIRA

Christian Puhlmann Brackmann, IFFAR, brackmann@iffarroupilha.edu.br

Saulo Vicente Nunes Caetano, IFRS/MPIE, saulo@saulo.pro.br

Anita Raquel da Silva IFRS/MPIE, anita@cinted.ufrgs.br

Resumo: O Pensamento Computacional (PC) surge como um novo eixo educacional a nível global. Nas escolas Brasileiras, ele é considerado um conjunto de habilidades e conhecimentos para auxiliar os alunos na solução de problemas. No entanto, não há consenso sobre a metodologia de ensino e a disponibilidade de material que atenda às expectativas dos professores. Para averiguar a eficácia de intervenções de Pensamento Computacional Desplugado, foi realizado em 2017 um estudo com alunos da educação primária, utilizando abordagem Quase-Experimental em aulas de PC Desplugado em duas escolas brasileiras, usando materiais escolares de uso comum. O emprego de tais materiais permitiu que crianças em escolas/regiões onde não há internet, dispositivos eletrônicos ou até mesmo rede elétrica conseguissem se beneficiar da técnica. Os resultados evidenciaram relevância estatística comprovando desta forma melhoria significativa no desempenho do Grupo de Intervenção que participou de atividades de Pensamento Computacional Desplugado (PCD).

Palavras-chave: Pensamento Computacional Desplugado, Educação Básica, Avaliação.

COMPUTATIONAL THINKING UNPLUGGED:

TEACHING AND EVALUATION IN BRAZILIAN PRIMARY SCHOOLS

Abstract: Computational Thinking (CT) is generating a new educational axis worldwide and in Brazilian schools it is considered as a set of knowledge and skills to assist students in solving problems. However, there is not a consensus on the teaching methodology and the lack of materials that meets teachers' expectations. To evaluate the effectiveness of Unplugged Computational Thinking (UCT) classes, a study was conducted in 2017 with primary school students, using a quasi-experimental approach in two Brazilian schools, using commonly used school materials. The use of such materials allowed children in schools / regions where there is no internet, electronic devices and even electricity to benefit from the CT approach. The results showed statistical relevance thus proving a significant improvement in the intervention group that participated in Unplugged Computational Thinking activities.

Keywords: Computational Thinking Unplugged, Primary School, Evaluation.

1. Introdução

No momento atual, marcado pela valorização do conhecimento e a fluidez da informação, o desafio imposto aos usuários das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) está sendo o de criar os seus próprios sistemas (como por exemplo, aplicativos, jogos) ou adaptar os existentes conforme sua necessidade pessoal. Mais do que nunca, para apurar a informação, de processá-la e de transformá-la em competências tornou-se imprescindível o domínio de conhecimentos e habilidades relativos ao PC

(Pensamento Computacional) (Kologeski et al., 2016). Devido a essa predisposição, o PC vem sendo empregado em diversos países nas escolas da Educação Básica (EB) (Brackmann et al., 2016).

O termo, criado por Papert na década de 1980 e, posteriormente popularizado por Wing (2016), é definido como sendo

[...] uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (Brackmann, 2017, p. 29).

Investigações e propostas lideradas pela Code.Org (2015), BBC Learning (2015) e Liukas (2015) combinaram os elementos de Grover e Pea (2013) resumindo nos denominados “Quatro Pilares do Pensamento Computacional” para a abordagem de solução de problemas, sendo eles: Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões e Algoritmos. Os quatro pilares são interdependentes no processo para a formulação de soluções computacionalmente executáveis e são igualmente importantes. No Brasil, os mesmos pilares foram adotados no Currículo de Referência em Tecnologia & Computação (CIEB, 2018).

Conforme Brackmann (2017, p. 33):

O Pensamento Computacional tem como pressuposto identificar problemas complexos e dividi-los em partes menores e mais simples, fáceis de gerenciar (Pilar Decomposição). Ao se trabalhar com problemas menores o aluno poderá realizar uma análise individualmente e com maior profundidade, de forma a identificar problemas parecidos já solucionados anteriormente (Pilar Reconhecimento de Padrões), focando nos detalhes importantes e ignorando informações irrelevantes (Pilar Abstração). Por fim, orientações ou regras simples podem ser criados para solucionar cada um dos subproblemas encontrados (Pilar Algoritmos).

Ao propor regras ou passos utilizados para criar um código, o resultado se torna compreensível para uso em sistemas computacionais e, conseqüentemente, na resolução de problemas complexos de forma eficiente.

Dentro deste contexto, foram elaborados e adaptados materiais para professores de modo que estes pudessem empregar e replicar essas atividades em suas aulas sem a disponibilidade de equipamentos eletrônicos, internet ou até mesmo eletricidade. Tais atividades têm em vista possibilitar a crianças estudarem conceitos da Computação em escolas sem equipamentos apropriados (*e.g.* danificados, obsoletos ou na ausência destes) ou localizadas em áreas geograficamente de difícil acesso (*e.g.* áreas florestais ou rurais). Acredita-se que com a utilização dessas atividades sem o uso de máquinas (logo, atividades *desplugadas*) seja possível desenvolver habilidades que fazem parte do Pensamento Computacional de maneira mais acessível, utilizando basicamente materiais escolares de uso comum que podem ser encontrados na maioria das escolas, como: papel, tesoura, canetas, cola, lápis de colorir e outros materiais.

Na literatura especializada, existem poucas pesquisas relacionadas à aplicação e avaliação de estudantes sem a utilização de dispositivos digitais. Na tentativa de preencher tal lacuna, o presente artigo apresenta uma replicação da pesquisa realizada em

escolas primárias no Brasil, cuja pesquisa original foi realizada em escolas primárias na Espanha (Brackmann, 2017), cujo objetivo foi o de verificar a eficácia de aulas de PC Desplugado na educação primária e comprovar os resultados obtidos no exterior. Para tanto, foram replicados os questionários pré e pós teste, antes e após as aulas de Pensamento Computacional, a fim de averiguar se as crianças brasileiras da região de Santa Maria, RS apresentariam melhor desempenho das habilidades relacionadas ao PC por meio de atividades sem o uso de máquinas.

Neste sentido foram desenvolvidos e adaptados objetos de aprendizagem de PC; foram realizadas intervenções nas salas de aula, utilizando atividades desplugadas desenvolvidas e por último realizou-se a avaliação do Pensamento Computacional com os estudantes que participaram do grupo de intervenção e do grupo controle.

Este artigo está organizado em cinco seções que seguem à Introdução apresentada, sendo a segunda relacionada ao histórico e contextualização do PC Desplugado. A terceira seção apresenta os métodos e materiais utilizados na pesquisa, seguido da quarta seção em que são expostos os resultados quanti-qualitativos. Por fim, a quinta seção traz as conclusões do trabalho e recomendações de trabalhos futuros, a qual é seguida pelos agradecimentos às instituições apoiadoras da pesquisa, bem como a bibliografia utilizada.

2. Pensamento Computacional Desplugado

Os registros na literatura a respeito do surgimento do PC Desplugado não nos permite encontrar com exatidão o seu início. Sabe-se com certeza que é importante se desenvolver a abstração para o desenvolvimento de qualquer software e hardware e que isso é considerado parte primordial da Ciência da Computação (CC). Ao trocar uma aula tradicional expositiva por atividades desplugadas, consegue-se frequentemente resultados através da aprendizagem cinestésica (ex. cortando, colando, desenhando, pintando, movimentando-se, resolvendo enigmas, usando cartões, etc.) e os estudantes constroem entre si para aprender conceitos da área.

Em relação a introdução do PC às salas de aulas da EB, os primeiros registros remetem a Bell *et al.* (1997), com o lançamento de um livro em formato digital denominado “*CS Unplugged... Off-line activities and games for all ages*”, destinado a professores interessados em aulas diferenciadas para seus alunos, aplicáveis a todos os níveis escolares. À época a proposta foi bem recebida pelos professores da Educação Básica, até pela própria Academia. Devido à alta qualidade do material, a ACM (*Association for Computing Machinery*) recomendou que as propostas contidas no livro fizessem parte do currículo do CSTA (*Computer Science Teachers Association*) dos Estados Unidos da América. Até ao instante da publicação deste artigo, o livro nomeado como *CS Unplugged* encontra-se na versão 3.1 e está disponível no site do autor (Bell *et al.*, 2015).

Dentre os diversos estudos que pesquisam a eficácia de linguagens de programação, ou seja, visual e código, com crianças (Román *et al.*, 2016, 2015; Grover *et al.*, 2017; Franklin *et al.*, 2017), estes ainda carecem de abordagens desplugadas. Outras investigações tentaram inserir um padrão para o ensino de atividades de Pensamento Computacional Desplugado, como por exemplo, a pesquisa de Nishida *et al.* (2009) que propôs um padrão de design, e uma avaliação do PC de forma transversal em turmas de

ensino médio (Feaster *et al.*, 2011), Curzon (2013) que utilizou estudos de casos na adoção do PC em sala de aula e Taub (2009) que avaliou o pontos de vista de estudantes sobre a área da Ciência da Computação antes e após as aulas de Pensamento Computacional. Curzon et al (2014) realizou um levantamento de metodologias de avaliação que professores utilizaram nas sala de aula para mensurar o progresso de desempenho dos estudantes após realizarem atividades de Pensamento Computacional. Outra pesquisa (Lambert *et al.*, 2009) realizou identificar se houve um aumento do interesse dos alunos nas áreas da Matemática e Computação, porém sem mensurar se houve uma melhoria do desempenho das habilidades relacionadas ao PC.

A pesquisa de Rodriguez *et al.* (2017) tentou avaliar estudantes com atividades de PC desplugado em uma escala de três níveis (proficiente, parcialmente proficiente e insatisfatório). Em Campos *et al.* (2014), também ocorreu a tentativa de adoção e aplicação de um teste, entretanto os resultados não foram satisfatórios. Outra investigação, proposta por Pasqueline *et al.* (2012), avaliou a quantidade de acertos de estudantes, mas sem o uso de um pré-teste e pós-teste para apurar alterações no desempenho.

As pesquisas supracitadas fazem parte de um conjunto amplo de investigações que buscam mensurar as habilidades do Pensamento Computacional, porém não utilizam uma solução de fácil aplicação, prática e uma validação formal para que seja possível atingir resultados mais precisos como o proposto por Román *et al.* (2015).

Sem o devido acompanhamento, o PC nas escolas não terá probabilidade de seguir o caminho de sucesso em nenhum currículo (Grover, 2013), ou seja, além da necessidade de se avaliar a eficiência de qualquer abordagem curricular ao integrar o Pensamento Computacional, necessita-se definir critérios que permitam aos educadores avaliar o que os estudantes aprenderam.

É importante constar também que o uso de exemplos físicos e materiais escolares são comuns para simular o comportamento de máquinas até os dias atuais em cursos de graduação. Muitos tópicos importantes da CC podem ser ensinados sem o uso de máquinas. A abordagem desplugada introduz conceitos de hardware e software que impulsionam também as tecnologias cotidianas até pessoas não-técnicas.

3. Materiais e Métodos

Esta seção apresenta os participantes da presente pesquisa, o instrumento avaliativo utilizado, o desenvolvimento das atividades em sala de aula e os procedimentos para verificar a eficácia de aulas utilizando PC Desplugado na educação primária.

3.1. Grupos de Teste (Intervenção e Controle)

A pesquisa foi desenvolvida durante os anos de 2016 e 2017, sendo a primeira etapa na Espanha e a segunda (replicação) no Brasil. Para a presente pesquisa, os estudantes de duas escolas da Rede Pública (RP) foram divididos em dois grupos: Intervenção e Controle. Os grupos foram definidos conforme a distribuição dos alunos nos anos cinco e seis das instituições participantes.

As aulas e testes de Pensamento Computacional foram aplicados em 63 alunos, meninos e meninas da RP de ensino na cidade de Santa Maria, RS. Os alunos que participaram da pesquisa foram escolhidas de forma aleatória pela gestão das escolas e participaram das atividades de pesquisa de forma voluntária. Nenhum dos participantes

tinha experiência relacionada a programação. A distribuição dos participantes foi realizada por: gênero, idade e grupo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos sujeitos que participaram da pesquisa

Grupo	Meninos	Meninas	Idade Média	Subtotal
Intervenção	47.1%	52.9%	11.4	34
Controle	65.5%	34.5%	11.6	29
Total				63

Fonte: Próprio autor

3.2. Instrumento Avaliativo

O instrumento avaliativo utilizado na replicação da pesquisa utilizado para aferir se houve desenvolvimento das habilidades que fazem parte do PC foi criado por Román *et al.* (2015). Este teste procura verificar a habilidade de formação e solução de problemas, se apoiando nos conceitos fundamentais da Computação, além de utilizar sintaxes lógicas usadas nas linguagens de programação. As questões que constituem o teste incluem conceitos dos quatro pilares do PC (abstração, reconhecimento de padrões, decomposição e algoritmos). Devido ao fato do instrumento avaliativo ter passado por um rigoroso processo de validação, entende-se que os resultados são confiáveis (Román, 2015).

A ferramenta é composta por 28 (vinte e oito) questões de múltipla escolha, onde cada questão é constituída de quatro alternativas de resposta, sendo que somente uma destas é válida. Um exemplar de questão é demonstrado na Figura 1. Sua execução ocorre em navegadores *web* (e.g. Edge, Firefox, Chrome), ou seja, ele pode ser acessado de qualquer dispositivo. Na pesquisa realizada foram utilizados exclusivamente os computadores disponíveis nos laboratórios de informática das escolas.

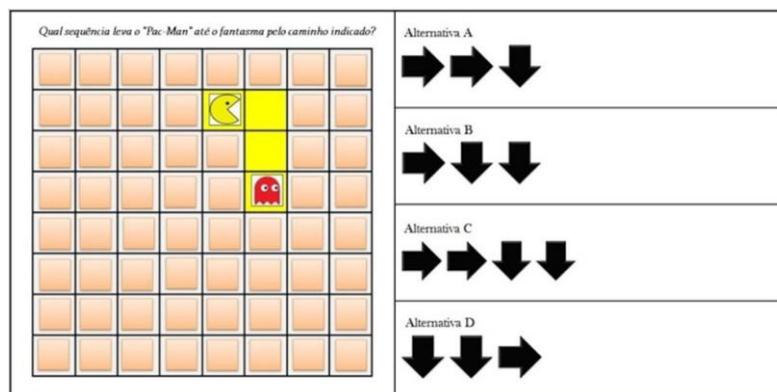


Figura 1 - Exemplar de questão do instrumento avaliativo

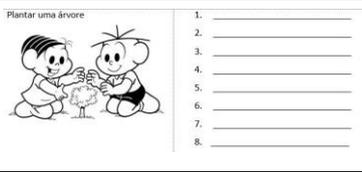
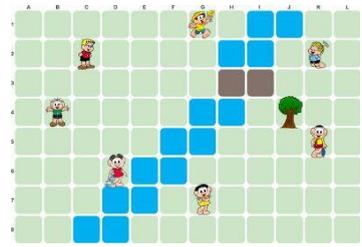
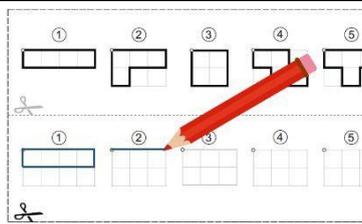
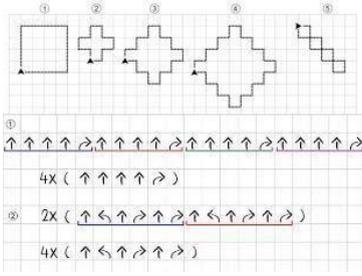
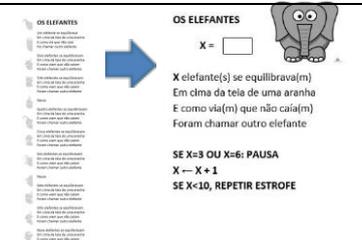
Fonte: Próprio Autor

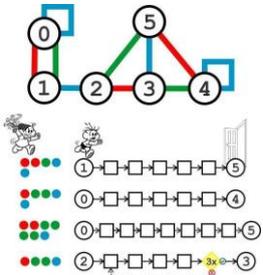
3.3. Desenvolvimento das Atividades de PC

A maior parte dos materiais utilizados foi desenvolvido para a presente pesquisa, enquanto as demais atividades foram traduzidas para o Português e adaptado de atividades pré-existentes, como por exemplo, o livro de Liukas (2015) e o jogo de tabuleiro “Code Master”, desenvolvido por Engelberg (2015). Com a proposta de atrair a

atenção das crianças para a realização das atividades, utilizaram-se personagens populares da literatura infanto juvenil Brasileira. Para que se compreenda melhor as atividades trabalhadas, apresentam-se algumas delas na Tabela 2. É importante ressaltar que as atividades têm como objetivo principal auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da Computação para estudantes da Educação Básica. A aplicação das atividades é melhor detalhada na seção seguinte.

Tabela 2 - Exemplos de Atividades

Imagem	Descrição da Atividade	Principais pilares envolvidos
	Atividade “Decomposição”: estudantes deveriam descrever, os passos necessários para realizar uma tarefa simples, como por exemplo, plantar uma árvore. A atividade foi composta de seis situações.	Algoritmos Decomposição
	Atividade “Mapa da Mônica”: foi apresentado um mapa com diversos personagens da turma da Mônica aos estudantes, que deveriam encontrar e indicar o caminho mais curto entre eles usando setas (\uparrow , \downarrow , \leftarrow e \rightarrow). No segundo momento, os estudantes deveriam encontrar padrões e usar multiplicadores (e.g. $\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow = 5x \uparrow$).	Algoritmos Rec. de Padrão
	Atividade “Tetris1” (Instruções Simples): os estudantes foram organizados em duplas. A um membro das duplas, foram apresentados alguns desenhos das peças do Tetris. Este estudante deveria passar instruções ao seu colega de como desenhar o formato da peça. Os únicos comandos que podem ser utilizados são: iniciar, para baixo, para cima, para a direita, para esquerda, pare e um multiplicador (por exemplo: $3x$ para baixo). O uso de outros comandos não poderiam ser utilizados.	Algoritmos Abstração
	Atividade “Tetris2” (Repetição): os estudantes necessitavam usar as setas baseadas na perspectiva da direção e posição, bem como, multiplicadores. Diferentemente da atividade anterior, sua solução é individual e somente poderia usar as instruções: <u>parafrente</u> , <u>girepara direita</u> e <u>gireparaesquerda</u> .	Algoritmos Rec. de Padrão Decomposição Abstração
	Atividade “Os Elefantes”: a atividade utiliza uma música conhecida popularmente pelas crianças para exemplificar como uma música pode gerar um algoritmo. Na música canção utilizada, são trabalhadas os conceitos de condicionais, repetição e variáveis.	Algoritmos Rec. de Padrão

	<p>Atividade “Autômatos da Mônica”: uma versão simplificada do jogo de tabuleiro anteriormente citado (<i>Code Master</i>), desenvolvido pela empresa estadunidense <i>ThinkFun</i>. Nesta atividade, o aluno deveria encontrar uma rota entre dois pontos (nodos), utilizando apenas uma quantidade específica de cores para nível de dificuldade. A atividade é composta por 16 (dezesesseis) desafios/rotas em quatro mapas.</p>	Algoritmos Abstração Decomposição
---	--	---

Fonte: próprio autor

3.4. Procedimento

Para a replicação da aplicação da presente pesquisa, o contato com as escolas e a apresentação do projeto foram realizados com até um mês de antecedência do início dos testes e das aulas. Os pesquisadores foram muito bem recebidos por ambas as instituições, as quais ofereceram todo o apoio necessário. Cada uma das escolas possuía pelo menos duas turmas de um ano específico, na Escola A: duas turmas do quinto ano e na Escola B: duas turmas de sexto ano. Dentre as turmas disponíveis, foram selecionadas aleatoriamente a Turma de Intervenção e a Turma de Controle.

As aulas utilizando atividades de PC Desplugado foram aplicadas na Turma de Intervenção após o pré-teste e antes do pós-teste, totalizando 10 horas aula. Entretanto, para que a Turma de Controle tivesse a mesma oportunidade de se beneficiar das atividades propostas, as aulas de PC foram ministradas após a aplicação do pós-teste, sem a geração de dados quanti-qualitativos. Assim, ambas as turmas realizariam as mesmas atividades em ordem distinta, conforme apresentado na Figura 2.

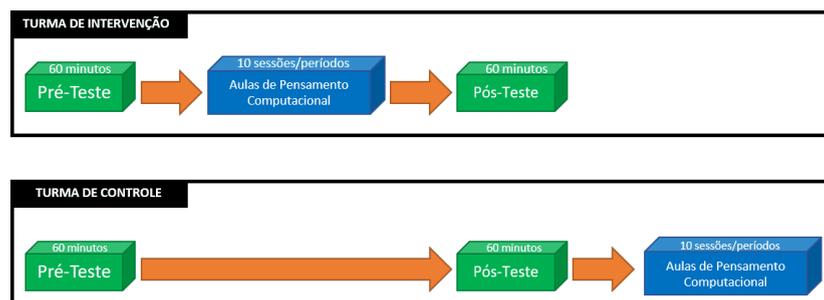


Figura 2 - Etapas da Investigação

Fonte: próprio autor

Na primeira semana da pesquisa, os alunos das quatro turmas foram convidados a participar do experimento, como parte das suas aulas regulares durante o primeiro semestre de 2017. Para aplicação dos pré-testes, os alunos foram acompanhados de suas professoras ao laboratório de informática da escola, onde permaneceram por até 60 minutos para a realização de uma prova individual desenvolvida por Roman *et al.* (2015).

Durante as cinco semanas seguintes, foram ministradas aproximadamente duas horas semanais de aula de PC no grupo de intervenção utilizando os materiais apresentados na seção 3.3. Em cada sessão semanal, foi possível trabalhar em média duas atividades. Na sétima semana, os estudantes de ambos os grupos (Intervenção e Controle) foram reconduzidos ao laboratório de informática para nova realização do teste.

As respostas de todos os estudantes foram registradas na *Google Cloud* para que pudessem, posteriormente, ser visualizadas, recuperadas e convertidas e, na sequência, foram tabuladas e analisadas estatisticamente. Os resultados e discussões sobre os dados coletados e observações dos pesquisadores encontram-se disponíveis na próxima seção.

4. Resultados e Discussões

Esta seção descreve quanti-qualitativamente os achados da pesquisa. É importante lembrar que nenhum dos alunos teve contato prévio com aulas formais de programação.

4.1. Desempenho qualitativo das atividades e estudantes

Durante a aplicação dos testes e das atividades, os pesquisadores realizaram diversas anotações relacionadas a pequenos ajustes ou correções das atividades para facilitar sua compreensão. Devido a limitação de espaço, somente os registros mais pertinentes estão listados a seguir:

- Todas as atividades tiveram uma boa aceitação dos estudantes, dependendo do nível da turma (*e.g.* a atividade “Os Elefantes” utilizava uma canção infantil e não agradou aos estudantes mais velhos). A atividade mais motivadora foi a “Autômatos da Mônica”, pois envolve diversos passos (cortar, colar e criar estratégias). Como a atividade também possuía mais de uma resposta correta, os estudantes apreciaram comparar e discutir com os colegas as diversas possibilidades.
- Durante a atividade “Tetris2 (Repetição)”, mais da metade dos estudantes apresentou muita dificuldade em entender a posição e direção (perspectiva) da flecha. A atividade teve que ser explicada diversas vezes e de maneiras diferentes até que os estudantes conseguissem entender o comportamento da flecha e os comandos necessários para controlá-la de maneira esperada. A solução mais adequada foi ficar em pé e caminhar/girar de acordo com os comandos que os estudantes escreveram no papel.
- Identificou-se uma deficiência muito grande de conceitos básicos na matemática e até mesmo na alfabetização. Houve casos de estudantes que não conseguiam ler ou compreender uma atividade, resultando sem êxito a realização das tarefas integralmente. Houve também diversos casos de erros graves de português e frases sem concordância em ambos os níveis.
- Durante a aplicação do pós-teste, os pesquisadores notaram que as turmas de intervenção levaram mais tempo, em média, para finalizar o teste. De acordo com os estudantes, eles demoraram mais, porque, como tinham trabalhado aqueles conceitos anteriormente em aula, prestaram mais atenção nas questões do teste.

4.2. Desempenho Quantitativo dos Testes de Pensamento Computacional

A pontuação do teste é calculada de acordo com a quantidade de acerto das questões respondidas, lembrando que o teste é composto de 28 questões. O instrumento avaliativo foi aplicado tanto na Turma de Intervenção como na de Controle. Na Tabela 3 são apresentados os resultados das médias e desvios padrão das turmas. Na Figura 3 é apresentado o gráfico comparando as pontuações entre o pré e pós-teste.

Tabela 3 – Resultados Estatísticos

Grupo	Teste PC	Média	Desvio Padrão	Alteração no desempenho
Intervenção	Pré-teste	9,50	3,15	+17,03%
	Pós-teste	11,12	4,33	
Controle	Pré-teste	9,55	3,85	+2,89%
	Pós-teste	9,83	3,30	

Fonte: próprio autor

**Figura 3 – Gráfico de Resultados**

Fonte: próprio autor

Os resultados obtidos nos testes com este instrumento foram submetidos a procedimentos estatísticos por profissionais a fim de testar a hipótese nula, ou seja, avaliar se ocorreu diferença entre os resultados do pré-teste e pós-teste e se esta diferença era significativa.

Para verificar se a melhora da média encontrada nos resultados foi estatisticamente significativa ou se esta ocorreu de forma aleatória, utilizou-se o Teste T para amostras pareadas, considerando o intervalo de confiança de 95%. No grupo de Intervenção, o resultado encontrado foi $P(T \leq t) \text{ bicaudal} = 0,002$. Considerando que este valor é menor que 0,05, comprovou-se que há diferença significativa entre as médias, do ponto de vista estatístico. O mesmo tratamento de dados foi utilizado no grupo de controle e encontrou-se $P(T \leq t) \text{ bicaudal} = 0,7218$, ou seja, neste grupo não houve melhora do desempenho. Este dado reforça a teoria que a introdução do PC no grupo de Intervenção foi de fato motivado pelas atividades desplugadas. Desta forma, os dados apresentados demonstraram que há fortes evidências de melhora no desempenho dos estudantes no grupo de Intervenção e uma estagnação do grupo de Controle.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou uma breve introdução do Pensamento Computacional, seu histórico e o estado-da-arte. Em seguida foi apresentada a proposta da replicação da pesquisa e suas etapas e as turmas (grupos) participantes, bem como o teste utilizado, os materiais desenvolvidos e os resultados.

A revisão de estudos que fornecem evidências sobre a utilidade da computação desplugada para desenvolver habilidades do PC identificou a importância de aprofundar

pesquisas empíricas especialmente quando relacionam seu uso em escolas primárias. Consequentemente, com a investigação relatada neste artigo, buscou-se agregar relevância ao rol de evidências apresentadas.

Baseado na experiência do processo de replicação da investivação, foi possível concluir que:

- As crianças de Santa Maria (RS) mostraram-se muito entusiasmadas como também motivadas durante as intervenções na sala de aula. Os professores consequentemente demonstraram-se muito satisfeitos com a oportunidade oferecida a seus alunos. De uma modo geral, as escolas foram notavelmente receptivas em relação à oferta das aulas de Pensamento Computacional, não criando qualquer barreira para o projeto.
- De acordo com os dados que constam na Tabela 3, ocorreu uma melhoria considerável relacionada a pontuação alcançada pelos estudantes com os resultados estatísticos altamente significativos no grupo de Intervenção após 10 horas de aula de PC Desplugado, diferentemente dos alunos do grupo de Controle que manteve sua pontuação do pós-teste foram muito próxima do pré-teste. Os resultados obtidos comprovaram a eficácia da abordagem metodológica desplugada a qual atingiu o objetivo principal desta investigação.
- Os dados positivos também puderam ser compreendidos como uma variação pequena na melhoria de seu desempenho nas crianças brasileiras, porém é essencial considerar que foram realizadas apenas 10 sessões de uma hora-aula de atividades desplugadas.

A replicação da pesquisa demonstrou que a abordagem desplugada com crianças brasileiras também apresentou limitações e, por este motivo, recomenda-se a ampliação de seu uso na introdução do Pensamento Computacional. Como trabalho futuro, pretende-se realizar uma pesquisa mais detalhada para que desta forma consiga identificar o ponto de convergência da abordagem plugada e desplugada ou quando a abordagem desplugada perde sua eficácia e se torna necessário migrar para as máquinas e validação do Teste de PC no formato impresso.

• Agradecimentos

Os pesquisadores agradecem a EBE Dr. Paulo Devanier Lauda e EEEF Marieta d'Ambrósio por permitir a esta equipe de pesquisa executar a pesquisa em suas instituições. Por fim, agradecemos os Estúdios Maurício de Souza S. A. e o Sr. Mark Engelman (empresa Thinkfun, Inc.) em permitir o uso de seu material como referência na criação das atividades.

Bibliografia

ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY. **A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee**. New York: ACM, 2003.

BBC LEARNING, B. What is computational thinking? , 2015. Disponível em: <<http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>>. Acesso em: 23/11/2015.

BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged... - Off-line activities and games for all ages (draft)**. 1º ed. 1997.

- BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. Computer Science Unplugged. , 2015. Disponível em: <http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf>. Acesso em: 1/1/2015.
- BRACKMANN, C.; BARONE, D.; CASALI, A.; BOUCINHA, R.; MUNOZ-HERNANDEZ, S. Computational thinking: Panorama of the Americas.. p.1–6, 2016. IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7751839/>>. Acesso em: 21/5/2017.
- BRACKMANN, C. P., BOUCINHA, R., ROMÁN-GONZÁLES, M., BARONE, D., & CASALI, A. (2017). Pensamento Computacional Desplugado: Ensino e Avaliação na Educação Primária Espanhola. In Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (Vol. III WAIGProg). Recife, PB.
- CAMPOS, G.; CAVALHEIRO, S.; FOSS, L.; et al. Organização de Informações via Pensamento Computacional: Relato de Atividade Aplicada no Ensino Fundamental. **20o. Workshop de Informática na Escola (WIE 2014)**, Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE 2014., 2014.
- CIEB. Currículo de Referência em Tecnologia e Computação CIEB. Orgs.: RAABE, A.; BRACKMANN, C.; CAMPOS, F. 1. ed. São Paulo, SP: Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), 2018. Disponível em: <<http://curriculo.cieb.net.br/>>
- CODE.ORG. **Instructor Handbook - Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three**. CODE.ORG, 2015.
- CURZON, P. cs4fn and computational thinking unplugged. . p.47–50, 2013. ACM Press. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2532748.2611263>>. Acesso em: 20/5/2017.
- CURZON, P.; MCOWAN, P. W.; PLANT, N.; MEAGHER, L. R. Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling. . p.89–92, 2014. ACM Press. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2670757.2670767>>. Acesso em: 20/5/2017.
- ENGELBERG, M. Code Master Programming Logic Game. , 2015. Thinkfun.
- FEASTER, Y.; SEGARS, L.; WAHBA, S. K.; HALLSTROM, J. O. Teaching CS unplugged in the high school (with limited success). . p.248, 2011. ACM Press. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1999747.1999817>>. Acesso em: 20/5/2017.
- FRANKLIN, D.; SKIFSTAD, G.; ROLOCK, R.; et al. Using Upper-Elementary Student Performance to Understand Conceptual Sequencing in a Blocks-based Curriculum. . p.231–236, 2017. ACM Press. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3017680.3017760>>. Acesso em: 16/4/2017.
- GROVER, S.; BASU, S. Measuring Student Learning in Introductory Block-Based Programming: Examining Misconceptions of Loops, Variables, and Boolean Logic. . p.267–272, 2017. ACM Press. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3017680.3017723>>. Acesso em: 16/4/2017.
- GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. **Educational Researcher**, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.
- KOLOGESKI, A.; SILVA, C.; BARBOSA, D.; MATTOS, R.; MIORELLI, S. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico e o Pensamento Computacional: Experiências no Contexto do Projeto Logicando. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 14, n. 2, 2016.
- LAMBERT, L.; GUIFFRE, H. Computer science outreach in an elementary school. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 24, n. 3, p. 118–124, 2009.
- LIUKAS, L. **Hello Ruby: adventures in coding**. Feiwe & Friends, 2015.
- NISHIDA, T.; KANEMUNE, S.; IDOSAKA, Y.; et al. A CS Unplugged Design Pattern. . p.231–235, 2009. New York, NY: ACM. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1508865>>. Acesso em: 18/5/2017.
- PASQUELINE, S.; HENRIQUE, M.; CUNHA, F.; ALENCAR, Y. Um Relato de Experiências de Estagiários da Licenciatura em Computação com o Ensino de Computação para Crianças. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 10, n. 3, 2012.

RODRIGUEZ, B.; STEPHEN, K.; RADER, C.; CAMP, T. Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities. Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. *Anais...* . p.501–506, 2017. Seattle, Washington, USA: ACM.

ROMÁN, M.; PÉREZ, J. C.; CARMEN JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ. Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. , 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3056.5521>>. Acesso em: 16/4/2017.

ROMÁN, M.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J.-C.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, C. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. **Computers in Human Behavior**, 2016. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563216306185>>. Acesso em: 16/4/2017.

ROMÁN-GONZÁLEZ, M. Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation. EDULEARN15. *Anais...*, 2015. Barcelona, Spain: IATED.

TAUB, R.; BEN-ARI, M.; ARMONI, M. The effect of CS unplugged on middle-school students' views of CS. . p.99, 2009. ACM Press. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1562877.1562912>>. Acesso em: 20/5/2017.