

Computational Thinking Unplugged: Teaching and Evaluation in Spanish Primary Education

Original Title: Pensamento Computacional Desplugado: Ensino e Avaliação na Educação Primária Espanhola

Christian P. Brackmann¹, Rafael M. Boucinha², Marcos Román-González³, Dante Barone², Ana Casali⁴, Flávia Pereira da Silva²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFAR), Santa Maria, RS, Brasil

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil

³ Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, CM, Espanha

⁴ Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, SF, Argentina

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 March 2018

Accepted 25 October 2018

Available online July 1st 2018

Keywords:

Computational Thinking

Unplugged

Evaluation

Computers in Education

Primary School

Computational Thinking Test

Assessment

ISSN: 2595-9077

DOI: JCThink.2018.v2.n1.36

ABSTRACT

INTRODUCTION: Computational Thinking (CT) has been placing the focus of educational innovation as a set of troubleshooting skills. Unfortunately, there is not a consensus if the teaching methodology and the available materials attend the expectations of the lecturers. To prove the impact that CT training has in primary school, we attempted to evaluate Spanish students with a Quasi-Experimental approach to prove if the activities are effective for students who live in areas where there are no electronic devices, Internet or even electrical power can be also benefited. The results show statistically significant improvement. In this way, we are able to reinforce the claim that CS unplugged is an effective approach for students who live in unprivileged areas.

RESUMO

O Pensamento Computacional (PC) vem gerando um novo foco educacional nas escolas mundiais como um conjunto de conhecimentos e habilidades para a solução de problemas. Entretanto, não há um consenso de metodologia de ensino e disponibilidade de material para atender às expectativas dos professores. Para verificar a eficácia de aulas de Pensamento Computacional Desplugado, foi realizada uma avaliação de estudantes da educação primária espanhola com uma abordagem Quase-Experimental no intuito de beneficiar crianças em regiões/escolas onde não há dispositivos eletrônicos, Internet e até mesmo energia elétrica. Os resultados apresentaram relevância estatística comprovando melhoria significativa no desempenho dos estudantes que tiveram atividades de PC Desplugado.

1. Introdução

Nos tempos atuais, marcados pela fluidez da informação e pela valorização do conhecimento, tornou-se imprescindível dominar uma série de ferramentas e recursos tecnológicos que devem ser acessíveis a todos, sem distinção de qualquer natureza para lidar com a informação, processá-la e transformá-la em aptidões para a vida. Aos atuais usuários, é imposto o desafio de criar seus próprios sistemas (por exemplo, programas e jogos) ou modificar os existentes de acordo com sua necessidade pessoal. É neste contexto que surge a habilidade considerada como crucial no século XXI: o Pensamento Computacional (PC) (KOLOGESKI *et al.*, 2016). Devido a essa tendência, o PC tem sido adotado nas escolas da educação básica em diversos países (BRACKMANN *et al.*, 2016, p. 77).

Wing (2006) define o PC como uma atividade mental para a formulação de um problema passível de ser resolvido computacionalmente, ou seja, trata-se de processos de pensamentos envolvidos na identificação de um problema e na expressão de sua solução de forma eficaz, de modo que tanto máquinas, quanto as pessoas possam executa-los. O PC utiliza quatro *dimensões* ou *pilares* para atingir seu principal objetivo: solução de problemas. Pesquisas lideradas pela Code.Org (2015), Liukas

(2015) e BBC Learning (2015) mesclaram os elementos citados por Grover e Pea (2013) e resumiram nos chamados “Quatro Pilares do Pensamento Computacional”: *Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos*. Tais pilares possuem relevada importância e são interdependentes durante o processo de formulação de soluções computacionalmente viáveis.

O Pensamento Computacional envolve identificar um problema complexo e dividi-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (Decomposição). Cada um desses problemas menores poderá ser analisado individualmente com maior profundidade, de forma a identificar problemas parecidos já solucionados anteriormente (Reconhecimento de padrões), focando nos detalhes importantes e ignorando informações irrelevantes (Abstração). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (Algoritmos). Ao propor regras ou passos utilizados para criar um código, o resultado se torna compreensível para uso em sistemas computacionais e, conseqüentemente, utilizado na resolução de problemas complexos de forma eficiente, independentemente da carreira profissional que o estudante deseja seguir.

Devido a diferentes razões, existem diversos esforços em tornar o Pensamento Computacional como uma habilidade básica para qualquer pessoa. Entende-se que no momento que temos conhecimento dos efeitos esperados com o desenvolvimento do Pensamento Computacional, pode-se definir o que é necessário para atingir os objetivos pretendidos, bem como, os métodos a serem adotados para alcançar as metas. Destacam-se no Quadro 1, os principais argumentos a respeito dos benefícios que o desenvolvimento do Pensamento Computacional pode trazer dividido em diferentes dimensões.

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
Empregos	Vivemos em tempos onde a criatividade do homem faz a diferença, pois a nova economia mundial não se baseia apenas em recursos naturais e matérias-primas, mas em conhecimento, fluxos de informação e habilidades em usá-los
Compreender o Mundo	As escolas ensinam química com a finalidade de que os estudantes consigam compreender o mundo em que vivem, ou seja, com uma diversidade de reações químicas em sua volta. Os estudantes também aprendem biologia, pois vivemos num mundo vivo. Da mesma forma, vive-se neste século um mundo computacional e a realidade da Computação irá impactar fortemente na rotina dos estudantes.
Transversalidade em diferentes áreas	A Ciência da Computação oferece não apenas software úteis e artefatos de hardware, mas também uma maneira diferenciada de pensar, e que todos, independentemente da área, podem se beneficiar ao pensar computacionalmente e descobrir novas ciências através da análise de uma quantidade gigantesca de dados ou fazer questionamentos que nunca foram cogitados ou ousados devido a sua escalabilidade, facilmente atendida pela Computação.

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
Alfabetização Digital	Com o uso cada vez mais massivo de computadores na sociedade, o uso de dispositivos digitais será mais uma forma de criar, se expressar e outra forma de apropriação de novos conhecimentos dentro de sua área profissional, pois muitas delas utilizam a Computação para realizar modelagens e simulações para entender melhor o mundo e de uma maneira diferente.
Produtividade	De acordo com McLuhan (1964), o homem deve utilizar as ferramentas como extensão do seu corpo para aumentar suas capacidades, assim como o martelo a força exercida por nossa mão e as bicicletas e os carros nossas pernas. Esses exemplos demonstram que as ferramentas fazem as mesmas ações que nossos membros exercem, porém de forma otimizada.
Ajuda no aprendizado de outras disciplinas	A literatura, através de pesquisas em educação computacional, sugere que a programação pode constituir um método para ensino de Matemática e Ciências (p. 48). Outra pesquisa (TEW <i>et al.</i> , 2008) afirma que alunos que tinham dificuldades em outras disciplinas, começaram a correlacionar conceitos da Computação com os temas trabalhados nas demais disciplinas e tiveram um rendimento superior, inclusive comparável aos melhores alunos.
Inclusão de Minorias	Uma forma de incentivar estudantes a entrar no mercado de trabalho, ocorre através do domínio da Computação, o que gera um impacto significativo em sua carreira. Quando os estudantes têm acesso a Computação desde a Educação Básica, essa aproximação é facilitada.
Diminuição nas limitações físicas	A Computação é capaz de expandir o horizonte dos estudantes através de diversas técnicas de simulação que permitem desafiar a gravidade ou eliminar riscos, facilitando a capacidade de abstrair, criar e lidar com problemas variados e complexos, de forma crítica.
Trabalhar em equipe	Este benefício não é diretamente relacionado com a Computação, mas de acordo com Wing (2006), esta qualidade é essencial para que projetos tenham um bom resultado. Por ser um exercício de persistência, os estudantes, mesmo desenvolvendo individualmente seus projetos, são estimulados a compartilhar com os demais colegas seus erros e acertos e dessa forma trabalham juntos colaborativamente.

Quadro 1. Benefícios do desenvolvimento do Pensamento Computacional (GUZDIAL, 2016)

Levando-se em consideração os fundamentos da Computação e seus benefícios, para a presente pesquisa, foram criadas e adaptadas diferentes atividades para professores e alunos de maneira que estes pudessem usar e replicar esse material em suas aulas sem a necessidade de equipamentos eletrônicos, Internet ou eletricidade possibilitando que crianças estudem conceitos da Computação em escolas sem equipamentos apropriados (e.g. estragados, ultrapassados ou na ausência destes) ou

localizadas em áreas geograficamente distantes (e.g. áreas rurais ou florestais). Acredita-se que com o uso dessas atividades desplugadas (sem a necessidade de máquinas) é possível ensinar Pensamento Computacional de maneira mais acessível, ou seja, usando basicamente papel, tesoura, canetas, lápis de colorir, cola e demais materiais escolares de uso comum.

Na literatura especializada, há poucas pesquisas a respeito de aplicação e avaliação de estudantes de maneira desplugada. Buscando preencher tal lacuna, o presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em duas escolas primárias na Espanha, cujo objetivo foi o de verificar se as crianças apresentaram uma alteração no desempenho das habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional através de atividades sem computadores. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo verificar se aulas de Pensamento Computacional Desplugado na educação primária são eficazes através da aplicação de um pré e pós teste, realizados antes e após as aulas de PC Desplugado.

1. Contextualização

Muitos tópicos importantes da Ciência da Computação (CC) podem ser ensinados sem o uso de computadores. A abordagem desplugada da CC introduz conceitos de hardware e software que impulsionam as tecnologias cotidianas até pessoas não-técnicas. Em vez de participar de uma aula expositiva, as atividades desplugadas ocorrem frequentemente por meio da aprendizagem cinestésica (e.g. movimentar-se, usar cartões, cortar, colar, desenhar, pintar, resolver enigmas, etc.) e os estudantes trabalham entre si para aprender conceitos da CC.

Os registros literários acerca do surgimento do Pensamento Computacional Desplugado são difusos, no entanto, sabe-se que a necessidade de abstração para a criação de qualquer software e hardware é parte essencial da Ciência da Computação (CC). 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. Quando se trata de salas de aulas da educação básica, os primeiros registros são encontrados a partir de 1997 quando Bell *et al.* (1997) lançou um rascunho de um livro em formato digital denominado “*Computer Science Unplugged... Off-line activities and games for all ages*” para professores de todos os níveis interessados em ministrar aulas com um diferencial a seus alunos com os seguintes objetivos (TAUB; BEN-ARI; ARMONI, 2009):

- Aumentar o interesse dos estudantes em CC;
- Avaliar se os alunos perceberão a CC como algo mais desafiador, intelectualmente estimulante e cooperativo do que anteriormente;
- Conduzir os alunos para uma melhor compreensão do que é CC e evitar confundir-lo com a programação;
- Promover CC como uma carreira para mulheres.

A ideia foi muito bem recebida pelos demais professores, bem como pela própria Academia. Devido à qualidade do material publicado, a *Association for Computing Machinery* (ACM) recomendou que as atividades contidas no livro fizessem parte do currículo proposto pela *Computer Science Teachers Association* (CSTA) dos Estados Unidos da América (*Association for Computing Machinery*, 2003). Até a

publicação deste artigo, o livro *CS Unplugged* se encontrava na versão 3.1, podendo ser acessado no site do projeto¹.

Embora o uso de atividades de programação de computadores seja a principal abordagem para ensinar habilidades de PC em escolas, educadores e pesquisadores também estão fazendo uso da abordagem desplugada, como afirmado em uma revisão de literatura sistemática que estudou 125 artigos focados em PC (KALELIOGLU *et al.*, 2016). Conclusões semelhantes são encontradas em um levantamento a respeito da metodologia de ensino da Computação. Nessa pesquisa, 13% dos 357 professores participantes afirmam que eles usam atividades desplugadas em suas aulas de Computação (SENTANCE e CSIZMADIA, 2015). No entanto, enquanto a eficácia da programação em computadores para promover o desenvolvimento de aptidões de PC está sendo amplamente investigada (LYE e KOH, 2014), o mesmo não ocorre integralmente com a abordagem desplugada.

Existem diversos estudos que investigam a eficiência de linguagens de programação (visual e código) com crianças (ROMÁN *et al.*, 2015; 2016; GROVER e BASU, 2017; FRANKLIN *et al.*, 2017), porém carecem de abordagens desplugadas. Outras pesquisas tentaram padronizar a avaliação e o ensino de atividade de PC Desplugado, como por exemplo Taub *et al.* (2012) que levou a abordagem desplugada para a sala de aula, mais especificamente as atividades propostas inicialmente por Bell *et al.* (1997) e após a aplicação, através do uso de questionários e entrevistas, investigou-se os efeitos dessas atividades na visão de alunos do ensino fundamental. Os resultados mostram que “embora a maior parte dos estudantes entenderem o que é a Computação, eles também compreendiam como se o computador fosse a essência da Computação e não como uma ferramenta, contrariamente à intenção das atividades”.

Com objetivos e resultados semelhantes, outro projeto de Computação Desplugada foi implementado como parte de um programa de divulgação com duração de um ano para estudantes do ensino médio com o objetivo de "estimular a próxima geração de alunos de graduação em pesquisa na área da Computação" (FEASTER *et al.*, 2011). Os resultados mostram que o programa não teve impacto percebido sobre os alunos, nem uma melhor compreensão do conteúdo envolvido ou sobre as suas atitudes em relação à Computação. Resultados contrários, porém, são atingidos com um grupo de pesquisadores que visitou diversas turmas de quarto ano com o objetivo de aumentar o interesse dos estudantes na área da Computação com uso de atividades desplugadas. Os resultados, baseados em pré e pós-teste, mostram uma melhoria na confiança e interesse, tanto na área da Computação, como na de Matemática (LAMBERT e GUIFFRE, 2009).

O uso da abordagem desplugada para treinamento de professores também foi estudado por Curzon *et al.* (2014). A pesquisa se deu através de uma série de oficinas organizadas para explorar a eficácia dos métodos desplugados para introduzir os educadores aos tópicos da Computação. A avaliação, baseada em formulários, sugere que “as atividades desplugadas proporcionam uma sessão inspiradora e divertida para os professores e que eles também acham útil, interessante e melhora sua confiança” (p. 92).

Na mesma linha, Curzon (2013) descreve como as atividades desplugadas incorporadas em histórias podem ser usadas para ensinar PC a professores. Especificamente, o artigo apresenta dois exemplos, o primeiro é baseado no problema de ajudar as pessoas com Síndrome do Encarceramento a se comunicar e a segunda

¹ Computer Science Unplugged: <http://csunplugged.org/>

baseada em truques mágicos. Após uma oficina de desenvolvimento profissional de 2 horas para professores, 100% dos participantes afirmaram que o evento lhes deu ideias úteis e viáveis para a sala de aula. Um resultado similar foi relatado por Faber *et al.* (2017), onde, após um total de 14.040 horas-aula de ensino de PC em 26 escolas concluíram que a abordagem desplugada é uma valiosa alternativa em relação à programação em computadores.

Como pode ser percebido, a maioria das pesquisas anteriores se concentra em medir as percepções e o interesse dos participantes pela Computação, mas não há avaliação se os participantes desenvolvem suas habilidades de PC. A revisão da literatura também destaca que, há sim uma necessidade de pesquisas empíricas que forneçam evidências sobre a eficácia das atividades desplugadas no desenvolvimento das habilidades do PC, especialmente quando se trata de escolas primárias.

Já, a solução proposta por Rodriguez (2015), Rodriguez *et al.* (2016) e Rodriguez *et al.* (2017) procura avaliar estudantes com cinco atividades desplugadas utilizando uma adaptação dos níveis de pensamento de Bloom (Taxonomia de Bloom), ou seja, em três níveis (proficiente, parcialmente proficiente e insatisfatório). Ainda, Rodriguez utilizou um teste composto por perguntas abertas que não passou por um processo de validação e o aplicou em turmas de sétimo ano do EF, onde foi possível verificar que alunos aprenderam habilidades do PC com atividades desplugadas.

Em Campos *et al.* (2014) também houve a tentativa de adotar um teste, entretanto sem apresentar resultado satisfatório. Já Pasqueline *et al.* (2012) realizou uma avaliação de acertos de estudantes, sem o uso de pré e pós-teste para verificar alterações no desempenho dos mesmos.

Os trabalhos aqui citados são parte de um grande conjunto de pesquisas que tentam medir as habilidades do PC, porém não utilizam uma solução direta, de fácil aplicação e com um processo de validação formal para que se possa atingir um resultado mais preciso e confiável. Diferentemente da proposta de Román-González *et al.* (2015), seu teste de PC passou por um rigoroso processo de validação e que culminou em uma tese de doutorado (ROMÁN-GONZÁLEZ, 2016).

A revisão de estudos que fornecem evidências sobre a utilidade da computação desplugada para desenvolver habilidades do PC mostra que ainda há necessidade de novas pesquisas empíricas sobre esse assunto, especialmente quando se trata de seu uso em escolas primárias. Consequentemente, com a investigação relatada neste artigo, tenta-se esclarecer um pouco mais a respeito desse assunto.

2. Materiais e Métodos

Nesta seção apresenta-se o material desenvolvido e adaptado, o perfil dos participantes envolvidos e o processo de execução da pesquisa.

2.1. Participantes e Grupos de Teste

Os testes e as aulas de PC foram aplicados em um total de 72 alunos dos quintos e sextos anos do ensino fundamental, meninos e meninas da rede pública de ensino na cidade de Madrid, Espanha. Cada uma das escolas que participaram da pesquisa possuía duas turmas do mesmo ano (pré-requisito para aplicação das tarefas), sendo as turmas experimentais e de controle escolhidas aleatoriamente. Nenhum dos participantes possuía experiência formal de programação. A distribuição dos participantes por gênero, nível, idade e grupo são apresentados na Tabela 1.

	Ano	Idade	Grupo	Sexo		Subtotal
				Masculino	Feminino	
Escola A	5	10-11 anos	Controle	10	13	23
			Experimental	11	8	19
Escola B	6	11-12 anos	Controle	6	8	14
			Experimental	9	7	16
Total				36	36	72

Tabela 1. Distribuição dos sujeitos participantes da pesquisa

2.2. Instrumento Avaliativo: Teste de Pensamento Computacional

O teste utilizado na pesquisa para medir o desenvolvimento das habilidades que compõem o Pensamento Computacional foi desenvolvido pelo pesquisador espanhol Román-González *et al.* (2015). Este teste busca identificar a habilidade de formação e solução de problemas com base nos conceitos fundamentais da Computação, além de utilizar sintaxes lógicas usadas nas linguagens de programação. É o único teste encontrado na literatura com essas características. As questões que compõem o instrumento avaliativo incluem conceitos dos quatro pilares do Pensamento Computacional: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos. O Teste de Pensamento Computacional utilizado na pesquisa foi escolhido devido à sua abordagem quantitativa e porque já sofreu um rigoroso processo de validação, que comprovou a validade do conteúdo (ROMÁN-GONZÁLEZ, 2015), a validade dos critérios (ROMÁN-GONZÁLEZ *et al.*, 2017) e a validade convergente (ROMÁN-GONZÁLES *et al.*, 2017). De um modo geral, os estudos psicométricos do teste mostram ser confiáveis ($\alpha \approx .80$) e compatíveis para avaliação do nível de PC em estudantes de 10 a 16 anos de idade.

O instrumento é composto por 28 questões de múltipla escolha, sendo que cada questão possui quatro alternativas de resposta e somente uma é válida. O teste se divide em, basicamente, três partes, a primeira utiliza flechas para deslocar o personagem, a segunda parte faz uma movimentação relativa à posição e direção do personagem utilizando blocos e a última utiliza um lápis para fazer desenhos também com o uso de blocos. Um exemplo de questão é apresentado na Figura 1. Sua aplicação ocorre em navegadores (*e.g.* Chrome, Firefox, Edge) e pode ser acessado de qualquer dispositivo. Nesta pesquisa foram utilizados exclusivamente os computadores do laboratório de informática das escolas.

2.3. Desenvolvimento das Atividades

A maior parte dos materiais desenvolvidos foram criados e os demais foram traduzidos para o Espanhol e adaptados de atividades pré-existentes, como por exemplo o livro “Hello Rubby” (LIUKAS, 2015) e o jogo de tabuleiro “Code Master”, criado por Engelberg *et al.* (2015). Na tentativa de atrair a atenção das crianças, foram também utilizados personagens populares brasileiros nas atividades. Como as atividades utilizadas por esta pesquisa adotam personagens que estão sob direitos autorais criados pelo desenhista Maurício de Souza, o autor obteve autorização de uso de imagem da Turma da Mônica do Maurício de Souza Produções nas atividades. Para que o leitor se familiarize com as atividades trabalhadas, são apresentadas algumas delas no Quadro 2, porém também estão disponíveis no site Pensamento Computacional Brasil². É

² Site Pensamento Computacional Brasil: www.computacional.com.br

importante citar que as atividades têm um objetivo principal de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos da Computação para crianças da educação básica. Sua aplicação é melhor descrita na seção seguinte.

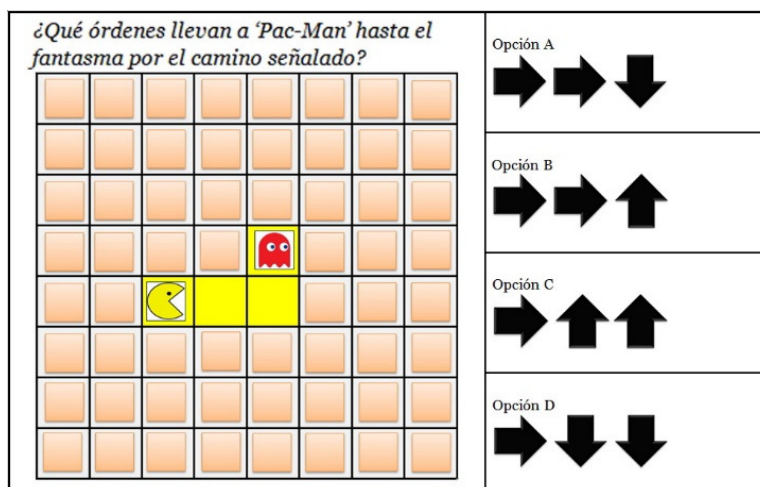
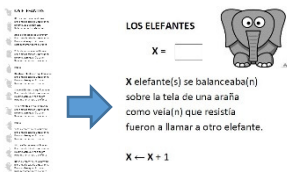
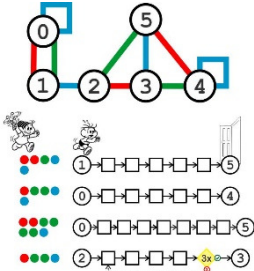


Figura 1. Exemplo de questão do Teste de Pensamento Computacional: “Qual sequência leva o ‘Pac-Man’ até o fantasma pelo caminho indicado?”

Imagem	Descrição da Atividade	Principais pilares envolvidos
	<p>Decomposição: estudantes deveriam especificar, por exemplo, os passos necessários para plantar uma árvore. A atividade é composta de seis situações.</p>	<p>Decomposição Algoritmos</p>
	<p>Mapa da Mônica: foi apresentado mapa com diversos personagens aos estudantes, que deveriam encontrar o caminho mais curto entre eles, usando setas (↑, ↓, ← e →). No segundo momento, deveriam encontrar os padrões e utilizar multiplicadores (e.g. ↑↑↑↑ = 5x ↑).</p>	<p>Reconhecimento de Padrão Algoritmos.</p>
	<p>Tetris1 (Instruções Simples): os estudantes foram dispostos em duplas. A um dos membros de cada dupla, foram apresentados alguns desenhos das peças do Tetris. O estudante que ficou com a parte superior do papel deveria passar instruções ao seu colega. Os comandos são limitados a: iniciar, para cima, para baixo, para esquerda, para a direita, pare e multiplicadores (e.g. 3x para baixo). Nenhuma outra palavra poderia ser utilizada.</p>	<p>Abstração Algoritmos</p>
	<p>Tetris2 (Repetição): permite ao estudante compreender o uso de repetições para desenhar figuras. Nesta atividade o estudante deveria usar as instruções baseadas na perspectiva da direção e posição da seta e utilizar o maior número de multiplicadores possível. Diferentemente da atividade Tetris1, sua solução é individual e somente poderia usar os comandos <u>para frente</u>, <u>gire para direita</u> e <u>gire para esquerda</u>.</p>	<p>Decomposição Abstração Reconhecimento de Padrão Algoritmos</p>

Imagem	Descrição da Atividade	Principais pilares envolvidos
 <p>LOS ELEFANTES</p> <p>X = <input type="text"/></p> <p>X elefante(s) se balanceaba(n) sobre la tela de una araña como vela(n) que resistía fueron a llamar a otro elefante.</p> <p>X ← X + 1</p>	<p>Os Elefantes: a atividade utiliza uma música popular entre as crianças para exemplificar como uma canção pode se tornar um algoritmo. Nesta música em especial são trabalhados os conceitos de repetição, variáveis e condicionais.</p>	<p>Reconhecimento de Padrão Algoritmos</p>
 <p>0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5</p> <p>0 → 1 → 2 → 3 → 4</p> <p>0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5</p> <p>2 → 1 → 0 → 3 → 4</p>	<p>Rota de fuga do Cebolinha e Cascão: uma versão mais simplificada do jogo de tabuleiro <i>Code Master</i> desenvolvido pela companhia <i>ThinkFun</i> (ENGELBERG <i>et al.</i>, 2015). Nesta atividade o estudante deveria encontrar uma rota entre dois nodos utilizando apenas as cores permitidas para cada caminho. A atividade é composta por quatro mapas e 16 desafios (rotas).</p>	<p>Decomposição Abstração Algoritmos</p>

Quadro 2. Exemplos de atividades utilizadas nas intervenções

2.4. Procedimento

As escolas foram contatadas para apresentação do projeto com até um mês de antecedência do início dos testes e aulas. Os pesquisadores foram muito bem recebidos pelas instituições e todo o apoio necessário foi dado por elas. Cada escola possuía pelo menos duas turmas de um ano específico (Escola A: duas turmas do quinto ano e Escola B: duas turmas de sexto ano). Uma das turmas selecionadas de maneira aleatória foi considerada uma *Turma Experimental* e a outra *Turma de Controle*. Um resumo das etapas da pesquisa encontra-se na Figura 2. As aulas com atividades de PC Desplugado foram aplicadas na turma experimental após o pré-teste e antes do pós-teste, totalizando 10 horas aula. Para que a Turma de Controle tivesse a mesma oportunidade de se beneficiar das atividades, as aulas foram ministradas após o término do experimento, porém sem a geração de dados estatísticos.

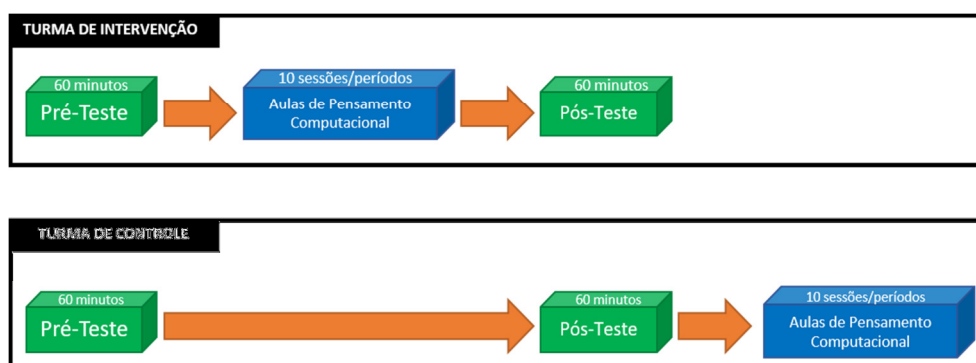


Figura 2. Etapas da pesquisa

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 seus professores ao laboratório de informática da escola, onde permaneceram por até 60 minutos para a realização de um teste individual de Pensamento Computacional desenvolvido por Román-González *et al.* (2015). Durante as cinco semanas seguintes, foram ministradas aproximadamente duas horas semanais de aula de PC Desplugado no

grupo experimental. Alguns dos materiais utilizados durante as aulas são apresentados na Seção 2.3. Durante cada uma das sessões semanais, era possível trabalhar em média duas atividades. Na sétima semana, os estudantes de ambos os grupos (experimental e controle) foram novamente levados até o laboratório de informática para nova realização do teste. As respostas de todos os estudantes foram registradas na *Google Cloud* para que, posteriormente, pudessem ser visualizadas, recuperadas e convertidas. As respostas foram então tabuladas e analisadas estatisticamente. Os resultados e discussões sobre os dados coletados encontram-se disponíveis na próxima seção.

3. Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os resultados dos Testes de Pensamento Computacional e uma breve discussão dos mesmos. Relembra-se que nenhum dos alunos teve contato com aulas formais de programação. A pontuação dos testes de PC é calculada de acordo com a quantidade de questões respondidas corretamente, lembrando também que o teste é composto de 28 questões (pontuação máxima). O teste foi aplicado tanto no Grupo Experimental como no de Grupo Controle.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das médias e desvios padrão (DP) das duas turmas e na Figura 3 o gráfico compara as pontuações entre o pré e pós-teste.

CONTROLE					
	N	Pré-Teste Média (DP)	Pós-Teste Média (DP)	p-valor	Alteração de Desempenho (%)
Desempenho	37	10,27 (±3,26)	10,84 (±3,62)	0,267	+0,57 (5,53%)
EXPERIMENTAL					
	N	Pré-Teste Média (DP)	Pós-Teste Média (DP)	p-valor	Alteração de Desempenho (%)
Desempenho	35	11,46 (±2,98)	13,83 (±3,01)	< 0,001	+2,37 (20,70%)

Tabela 2. Resultados Estatísticos

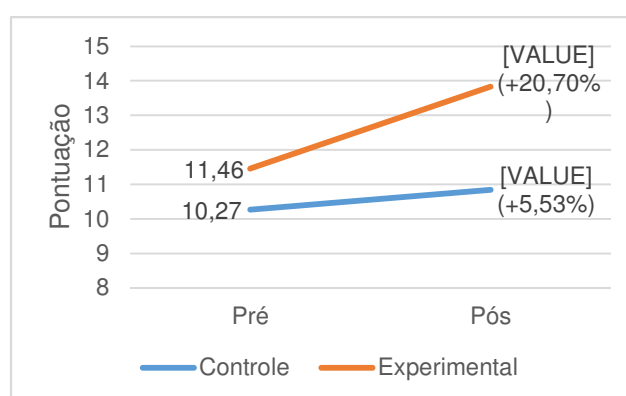


Figura 3. Gráfico comparativo dos resultados

Os resultados obtidos com este instrumento foram submetidos a procedimentos estatísticos a fim de testar a hipótese nula, ou seja, avaliar se houve diferença entre os resultados do pré-teste e pós-teste e se esta diferença era significativa. Porém, no primeiro momento foi realizado um teste da equivalência dos grupos (Controle e

Experimental) através do Teste T de Student Independente, onde se certificou que os grupos em questão possuem um mesmo perfil para que possam ser comparados estatisticamente.

Para verificar se a melhora da média é estatisticamente significativa ou ocorreu de forma aleatória, foi utilizado o Teste T para amostras pareadas, considerando o intervalo de confiança de 95%. No grupo onde houve intervenção (experimental), observou-se uma melhoria de 20,70% na quantidade de acertos e a análise estatística demonstrou um P ($T \leq t$) bicaudal $< 0,001$. 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, onde houve uma melhoria de apenas 0,53% de acertos e um P ($T \leq t$) bicaudal = 0,267, ou seja, neste grupo não houve melhora do desempenho. Este dado reforça a teoria que o incremento do Pensamento Computacional no Grupo Experimental foi de fato motivado pelas atividades de PC Desplugado. Sendo assim, os dados apresentados demonstraram que houve melhora no desempenho dos estudantes no grupo experimental e uma estagnação do grupo de controle, comprovando a hipótese inicial da pesquisa.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou uma breve introdução do Pensamento Computacional, seu histórico e o estado-da-arte. Em seguida foram explanadas todas as etapas da pesquisa, os grupos participantes, o teste utilizado, os materiais desenvolvidos e os resultados.

Enquanto alguns países possuem em suas escolas praticamente um computador por aluno (e.g. Austrália e Nova Zelândia), outros países se destacam pela qualidade no ensino, mesmo compartilhando um único computador com até quatro estudantes (e.g. Suécia e Portugal) (OECD, 2015), comprovando que o uso massivo de dispositivos tecnológicos em sala de aula não garante uma melhor educação.

Baseado nesse princípio e a situação socioeconômica brasileira, optou-se pelo formato “desplugado” como uma alternativa para que todo o país, independentemente da situação da escola, possa usufruir dos benefícios que o Pensamento Computacional viabiliza. A presente pesquisa desenvolveu materiais e apontou fortes evidências que o ensino do Pensamento Computacional através de atividades que não necessitam de máquinas é possível. Os resultados sugerem que todos os grupos experimentais tiveram uma melhoria do Pensamento Computacional significativa, independente do país, anos escolares investigados ou gênero. O mesmo não ocorreu no grupo de controle, comprovando o efeito positivo das intervenções nos grupos experimentais. Os dados positivos podem também ser compreendidos como uma variação muito pequena na melhoria de desempenho, porém é essencial considerar que ocorreram apenas 10 horas-aula de atividades desplugadas, porém pôde-se perceber grande entusiasmo e motivação das crianças durante as aulas de PC. Os professores também demonstraram muita satisfação com a oportunidade dada a seus alunos. De uma maneira geral, as escolas foram notavelmente receptivas com relação às aulas de PC, não criando qualquer barreira para o projeto.

Porém, considera-se importante salientar que atividades desplugadas não devem ser entendidas como uma solução completa de ensino. A abordagem desplugada não atende todos os fundamentos da Computação ou não proporciona uma prática plena. Por esse motivo recomenda-se que seja feito uso dela, sim, para a introdução do Pensamento Computacional pelo fato de “o trabalho com tecnologias digitais ter algo especial que não pode ser explorado por outros tipos de atividades” (NATIONAL US RESEARCH

COUNCIL e COMMITTEE FOR THE WORKSHOPS ON COMPUTATIONAL THINKING, 2010). A mesma recomendação pode ser encontrada em Grover e Pea (2013) ou em Aggarwal *et al.* (2017), em que foi realizado uma comparação entre o ensino do Pensamento Computacional com e sem o uso de computadores para a criação de um jogo. As atividades desplugadas, a partir de um certo ponto, podem não ser tão eficazes quanto esperado, por manter os alunos distantes de experiências com as tecnologias digitais. Isso poderá acarretar uma visão distorcida, como por exemplo, do que é a Computação, ou até mesmo distanciá-los dela, tendo em vista que programar no computador é uma experiência fundamental e praticamente única. O acesso às máquinas pelas crianças possibilita pôr em prática aquilo que foi trabalhado no formato desplugado, ampliando ainda mais o seu horizonte, a intimidade com uma linguagem de programação e possibilita solucionar problemas ainda mais complexos.

Atualmente percebe-se um grande interesse e apoio de diversas instituições (públicas e privadas) para a adoção do PC na Educação Básica, porém é essencial divulgar sua importância, bem como formar novos professores ou possibilitar que os atuais se apropriem adequadamente da técnica, incentivando-os a adotar seu uso em sala de aula.

Agradecimentos

Esta pesquisa recebeu apoio financeiro da Agência Executiva de Educação, Audiovisual e Cultura da Comissão Europeia (EACEA / Programa SMART²) e Ministério da Educação (MEC) no Brasil. Os pesquisadores agradecem os colégios CEIP República de Ecuador e CEIP Lope de Veja, ambos de Madri/Espanha, por permitir a execução da investigação em suas instituições. Agradecemos também aos Estúdios Maurício de Souza S. A. e Mark Engelman (Thinkfun, Inc.) em permitir formalmente o uso de suas criações nas atividades.

Referências

- AGGARWAL, A.; GARDNER-MCCUNE, C.; TOURETZKY, D. S. **Evaluating the Effect of Using Physical Manipulatives to Foster Computational Thinking in Elementary School**. ACM Press, 2017. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3017680.3017791>>. Acesso em: 12 set. 2017
- 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.
- BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged... - Off-line activities and games for all ages (draft)**. 1. ed. [s.l: s.n.].
- 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 jan. 2015
- BRACKMANN, C. et al. **Computational thinking: Panorama of the Americas**. IEEE, set. 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7751839/>>. Acesso em: 21 maio. 2017
- CAMPOS, G. 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.
- CODE.ORG. **Instructor Handbook - Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three**. [s.l.] CODE.ORG, 2015.
- CURZON, P. **cs4fn and computational thinking unplugged**. ACM Press, 2013Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2532748.2611263>>. Acesso em: 20 maio. 2017
- CURZON, P. et al. **Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling**. In: WIPSCCE. ACM Press, 2014Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2670757.2670767>>. Acesso em: 20 maio. 2017
- ENGELBERG, M.; THINKFUN. **Code Master Programming Logic Game**Thinkfun, , 2015. Disponível em: <<http://www.thinkfun.com/products/code-master/>>
- FABER, H. et al. Teaching Computational Thinking to Primary School Students via Unplugged Programming Lessons. **Journal of the European Teacher Education Network**, v. 12, 2017.
- FEASTER, Y. et al. **Teaching CS unplugged in the high school (with limited success)**. ACM Press, 2011Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1999747.1999817>>. Acesso em: 20 maio. 2017
- FRANKLIN, D. et al. **Using Upper-Elementary Student Performance to Understand Conceptual Sequencing in a Blocks-based Curriculum**. ACM Press, 2017Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3017680.3017760>>. Acesso em: 16 abr. 2017
- GROVER, S.; BASU, S. **Measuring Student Learning in Introductory Block-Based Programming: Examining Misconceptions of Loops, Variables, and Boolean Logic**. ACM Press, 2017Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3017680.3017723>>. Acesso em: 12 jul. 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, 1 jan. 2013.
- GUZDIAL, M. **Learner-Centered Design of Computing Education - Research on Computing for Everyone**. [s.l.] Morgan & Claypool, 2016.
- KALELIOGLU, F.; GÜLBAHAR, Y.; KUKUL, V. A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. **Baltic Journal of Modern Computing**, v. 4, n. 3, p. 583–596, 2016.
- KOLOGESKI, A. et al. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico e o Pensamento Computacional: Experiências no Contexto do Projeto Logicando. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE)**, 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, jan. 2009.
- LIUKAS, L. **Hello Ruby: adventures in coding**. [s.l.] Feiwel & Friends, 2015.
- LYE, S. Y.; KOH, J. H. L. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? **Computers in Human Behavior**, v. 41, p. 51–61, dez. 2014.

- MCLUHAN, M. **Understanding media: the extensions of man**. 1st MIT Press ed ed. Cambridge, Mass: MIT Press, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.); COMMITTEE FOR THE WORKSHOPS ON COMPUTATIONAL THINKING. **Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2010.
- NISHIDA, T. et al. **A CS Unplugged Design Pattern**. New York, NY: ACM, 2009Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1508865>>. Acesso em: 18 maio. 2017
- OECD. **Students Computers and Learning**. [s.l.] OECD, 2015.
- RODRIGUEZ, B. **Assessing Computational Thinking in Computer Science Unplugged Activities**. Golden, Colorado, EUA: Colorado School of Mines, 2015. Disponível em: <<https://dspace.library.colostate.edu/handle/11124/169998>>.
- RODRIGUEZ, B. et al. **Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities**. Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. **Anais...** In: TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION. Seattle, Washington, USA: ACM, mar. 2017
- RODRIGUEZ, B.; RADER, C.; CAMP, T. **Using Student Performance to Assess CS Unplugged Activities in a Classroom Environment**. ACM Press, 2016Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2899415.2899465>>. Acesso em: 6 jul. 2017
- ROMÁN-GONZÁLEZ, M. **Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation**. Proceedings of the 7th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015). **Anais...** In: EDULEARN15. Barcelona, Spain: IATED, jul. 2015
- ROMÁN-GONZÁLEZ, M. **Códigoalfabetización y Pensamiento Computacional en Educación Primaria y Secundaria: Validación de un Instrumento y Evaluación de Programas**. Madrid, Spain: Universidad Nacional de Educación a Distancia, fev. 2016.
- ROMÁN-GONZÁLEZ, M.; PÉREZ, J. C.; CARMEN JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ. **Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general**. 2015.
- SCAICO, P. et al. 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.
- SENTANCE, S.; CSIZMADIA, A. **Teachers' perspectives on successful strategies for teaching Computing in school**. IFIP TCS 2015. **Anais...** In: IFIP TCS 2015. 2015Disponível em: <<http://community.computingatschool.org.uk/files/6769/original.pdf>>
- TAUB, R.; ARMONI, M.; BEN-ARI, M. **CS Unplugged and Middle-School Students' Views, Attitudes, and Intentions Regarding CS**. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 12, n. 2, p. 1–29, 1 abr. 2012.
- TAUB, R.; BEN-ARI, M.; ARMONI, M. **The effect of CS unplugged on middle-school students' views of CS**. ACM Press, 2009Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1562877.1562912>>. Acesso em: 20 maio. 2017
- TEW, A. E. et al. Context as Support for Learning Computer Organization. **Journal on Educational Resources in Computing**, v. 8, n. 3, p. 1–18, 1 out. 2008.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33, 1 mar. 2006.