



21º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: ANÁLISE DA DIMENSIONALIDADE E CARACTERIZAÇÃO COGNITIVA DE UM CTT APLICADO A UM PROJETO DE INCLUSÃO DIGITAL FEMININA

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

SUBÁREA: Computação e Informática

INSTITUIÇÃO: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS - IFMG

AUTOR(ES): LUÍS FERNANDO ORLANDE DE ALMEIDA, NIKOLAS GABRIEL DA SILVA

ORIENTADOR(ES): CARLOS ALEXANDRE SILVA

1. RESUMO

O pensamento computacional tem se difundido na educação básica pelo mundo, e as discussões de como empregá-lo para alunos desse nível de ensino vem aumentando cada vez mais. A busca pela elaboração de estratégias para a compreensão e resolução de problemas com base em fundamentos da computação faz parte desse conceito. Como as tecnologias de informação se tornam cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, é importante que metodologias de ensino relacionadas ao pensamento computacional sejam incluídas no percurso formativo de crianças e adolescentes. Motivado pela inexistência de um consenso na medição do ensino de pensamento computacional, este artigo se propõe a analisar a dimensionalidade e caracterização cognitiva de um *Computational Thinking test* (CTt) aplicado a um projeto de inclusão digital feminina de alunas do ensino básico da cidade mineira de Sabará. Para esta análise foram utilizadas características cognitivas do modelo Cattell-Horn-Carroll (CHC) de inteligência. Os resultados mostram que as alunas obtiveram desempenhos satisfatórios nas operações mentais referentes à Raciocínio Fluido (Gf), indicando que o projeto pode ter contribuído para uma evolução em suas capacidades de resolver problemas e deduzir soluções a partir de indícios.

2. INTRODUÇÃO

O pensamento computacional é um processo fundamentalmente cognitivo, que envolve raciocínio lógico pelo qual os artefatos são analisados, problemas são resolvidos, procedimentos são criados, e sistemas são compreendidos (WING, 2006, p. 33-34). Além disso, ele se utiliza de ferramentas e conceitos mentais da ciência da computação que ajudam as pessoas a resolverem problemas, projetarem sistemas, entenderem o comportamento humano, e envolverem computadores para auxiliar na automação de uma ampla variedade de processos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010).

De acordo com A. Tucker (*Model Curriculum for K–12 Computer Science, 2004*), a maioria das profissões do século XXI exige uma certa compreensão da Ciência da Computação, e os profissionais de diversas áreas necessitam ter conhecimento de computação para a busca e construção de soluções em diversas áreas, como arte e entretenimento, comunicação, saúde, entre outras. Além disso,

segundo Costa et al. (2016, v. 22, No 1), investir em ações que auxiliam na disseminação do ensino de computação propicia a criação de novas oportunidades para um público em situação de vulnerabilidade, incluindo-os socialmente e digitalmente.

Nesta proposta, a região geográfica considerada trata-se do município de Sabará, um dos mais antigos do estado de Minas Gerais, ao qual se tornou cidade em 1838, mas sua origem é bem mais antiga, sendo originada no fim do século XVII. Segundo dados do IBGE¹, no ano de 2020, a cidade possuía uma população estimada de cerca de 137 mil habitantes. Além disso, o percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo chega a 33,2%, indicando que cerca de 44 mil habitantes vivem em renda média de meio salário mínimo, caracterizando parte considerável de sua população em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

Motivados pela ascensão global da inserção tecnológica no ensino básico, aliado à carência municipal justificada por seu nível de vulnerabilidade social e econômica, foi proposto um programa de inclusão digital às escolas da rede pública de ensino da cidade. O programa, denominado "Programa Sabará", é oriundo do Instituto Federal de Minas Gerais campus Sabará (IFMG-Sabará), e desenvolve diversos outros projetos extensionistas de cunho tecnológico aplicados à educação no município. Para este artigo, utilizamos como base de experiência o projeto "Programa Sabará for Woman" (PS4W), o qual visa o ensino de técnicas de programação, pensamento computacional e robótica para alunas do ensino fundamental de escolas públicas de Sabará, aguçando o senso de resolução de problemas de forma lógica e criativa. As ferramentas tecnológicas abordadas no projeto são as linguagens de programação LOGO e Python (Python Turtle), a plataforma de programação em blocos do Scratch e a robótica com LEGO.

O CTt² analisado neste trabalho foi desenvolvido no decorrer do PSW4 em 2019 e teve o propósito de analisar e identificar o nível de conhecimento adquirido pelas alunas nas áreas propostas durante o curso. Foram elaboradas vinte questões de múltipla escolha, divididas entre as seguintes dimensões:

- 1) Angulações
- 2) Lógica/matemática

¹ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/sabara.html>. Acesso em: 21 jun. 2021

² Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1pKSEpcOoccxVsMhcoqXBuo_VO4nrcfng/view. Acesso em: 22 ago. 2021

- 3) Orientação e solução de problemas
- 4) Pensamento Computacional Desplugado

As habilidades cognitivas associadas ao CTt remetem basicamente ao raciocínio fluido e ao processamento visual, características intimamente relacionadas às atividades de computação.

3.OBJETIVOS

A fim de ampliar o entendimento e compreensão a respeito da efetividade do uso de tecnologias no ensino básico, sobretudo no contexto da rede pública de ensino e de um público vulnerável específico, este artigo propõe construir um indicador robusto que pudesse corroborar cientificamente na validação das atividades realizadas pelo Programa de Extensão Programa Sabará for Women, realizado no ensino fundamental de escolas públicas de Sabará. Com isso, buscou-se inferir sobre dados obtidos a partir de um CTt (*Computational Thinking test*) aplicado às alunas do projeto, propor hipóteses e analisar a relação de parâmetros cognitivos. Além da utilização do modelo Cattell-Horn-Carroll (CHC) de inteligência para explicar o impacto e a relação entre si das dimensões do CTt proposto.

4. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento de dados a respeito do quantitativo de acertos e erros das alunas por cada dimensão do CTt. Foi desenvolvida uma análise quantitativa desses dados a partir da plotagem de gráficos utilizando-se o PowerBI, os quais auxiliaram na visualização dos resultados.

Com os dados numéricos obtidos, foram buscadas referências em artigos como o de (González, 2017, p. 678-691) a respeito de conceitos da Neurociência Cognitiva. A partir desse trabalho foi notada a utilidade do modelo CHC para o nosso propósito. A finalidade desta ação é compreender como as alunas do projeto lidavam com as características cognitivas necessárias para a realização das questões do CTt, possibilitando identificar possíveis ganhos de conhecimento e déficits de aprendizado.

De acordo com Grossi et al. (2014, p. 23-41), a Neurociência é um ramo do conhecimento que envolve áreas como a neurologia, a psicologia e a biologia, tendo como tema comum de pesquisa o sistema nervoso. Um dos ramos da neurociência é a Neurociência Cognitiva, a qual estuda as capacidades mentais mais complexas

como aprendizagem, linguagem, memória e planejamento, fundamentais para auxiliar no entendimento do processo de aprendizagem de alunos do ensino básico.

A teoria Cattell-Horn-Carroll (CHC) é uma teoria psicológica a respeito de estruturas das habilidades cognitivas humanas. Por ela integra-se modelos teóricos de inteligência previamente estabelecidos como a inteligência fluida e cristalizada e a teoria de estratos de inteligência. Tais ferramentas têm sido utilizadas para classificar o desempenho em testes neuropsicológicos, a fim de facilitar a interpretação do desempenho cognitivo e indicar possíveis deficiências de aprendizagem. Maiores detalhes do modelo CHC podem ser obtidos em (FLANAGAN et al, 2014). O pensamento computacional, conforme (AMBRÓSIO et al, 2014), está relacionado à três das habilidades cognitivas do modelo Cattell-Horn-Carroll (CHC) de inteligência (MCGREW 2009, p. 1-10):

- **Raciocínio Fluido (*Fluid reasoning, Gf*):** “o uso de operações mentais deliberadas e controladas para resolver problemas que não podem ser executados automaticamente. As operações mentais frequentemente incluem tirar inferências, formação de conceito, classificação, geração e teste de hipóteses, identificação de relações, compreensão de implicações, resolução de problemas, extrapolação e transformação de informações. O raciocínio indutivo e dedutivo são geralmente considerados os principais indicadores de Gf. Gf tem sido associada à complexidade cognitiva, que pode ser definida como um maior uso de uma ampla e diversa gama de processos cognitivos elementares durante o desempenho” (MCGREW 2009, p. 1-10);
- **Processamento visual (*Visual processing, Gv*):** “a capacidade de gerar, armazenar, recuperar e transformar imagens visuais e sensações. Habilidades Gv são tipicamente medidas por tarefas (estímulos figurais ou geométricos) que requerem a percepção e transformação de formas visuais, formas ou imagens e / ou tarefas que requerem a manutenção da orientação espacial em relação a objetos que podem mudar ou se mover através do espaço” (MCGREW 2009, p. 1-10);
- **Memória de curto prazo (*Short-term memory, Gsm*):** “a capacidade de apreender e manter a consciência de um número limitado de elementos de informação na situação imediata (eventos que ocorreram no último minuto ou assim). Um sistema de capacidade limitada que perde informações rapidamente por meio da decadência dos traços de memória, a menos que um

indivíduo ative outros recursos cognitivos para manter a informação em consciência imediata” (MCGREW 2009, p. 1-10).

As habilidades "Raciocínio Fluido" e "Processamento visual" foram utilizadas para as reflexões presentes na seção de 6, com o intuito de relacioná-las com o desempenho das alunas do PS4W no CTt aplicado.

5. DESENVOLVIMENTO

O PS4W, criado e desenvolvido a partir de 2019, atendeu até o ano de 2020 mais de cem alunas do ensino básico da rede pública de Sabará. Contudo, decidiu-se analisar o *Computational Thinking test* (CTt) aplicado às turmas do ano de 2019, que trabalharam efetivamente com os conceitos apresentados nas dimensões do CTt. Foram submetidas ao teste, sessenta e cinco alunas, majoritariamente do 9º ano do Ensino Fundamental de 9 escolas públicas, municipais e estaduais.

Após a apuração dos resultados do CTt, foi vista uma necessidade de realizar estudos mais aprofundados a respeito de possíveis explicações para o desempenho das alunas. Com isso foi iniciado o desenvolvimento do presente trabalho, ao qual no decorrer do mesmo foi levantada a possibilidade de relacionar modelos de habilidades cognitivas com os resultados.

6. RESULTADOS

A Tabela 1 mostra uma fragmentação das áreas de operações mentais envolvidas em duas das habilidades cognitivas do modelo CHC definidas na seção 4, com base nos próprios conceitos das habilidades, e a relação de quais as questões do CTt que se situam em cada uma dessas áreas. A área de “Resolutividade de problemas” diz respeito às questões da dimensão de “Orientação e solução de problemas” do CTt. “Inferência” está relacionado com as questões que envolvem a capacidade de deduzir uma solução com base em uma sequência de figuras ou fatos. “Orientação espacial” é a área relacionada com a capacidade de situar e orientar um objeto em um espaço para fazê-lo chegar a um determinado ponto. “Percepção geométrica” é referente às questões da dimensão de “Angulações” e mais algumas que demandam uma visualização de figuras geométricas.

Tabela 1. Fragmentação das Áreas de Operações Mentais envolvidas nas habilidades do CHC e questões do CTt envolvidas nessas áreas

Habilidades cognitivas gerais do CHC	Áreas de Operações Mentais envolvidas	Questões do CTt envolvidas
Raciocínio Fluido (Gf)	Resolutividade de problemas	Q11, Q12, Q13, Q14, Q15
	Inferência	Q8, Q9, Q10
Processamento Visual (Gv)	Orientação espacial	Q11, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19, Q20
	Percepção geométrica	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7

A partir dos dados da Tabela 1, gerou-se o gráfico da Figura 1, o qual mostra a taxa de aproveitamento das alunas (taxa de acerto bruto) por cada área de operações mentais. Observa-se na figura a definição da taxa de aproveitamento esperado em cada área de no mínimo 60%, essa é uma métrica definida pelo próprio teste com base nas percepções dos professores do curso PS4W.

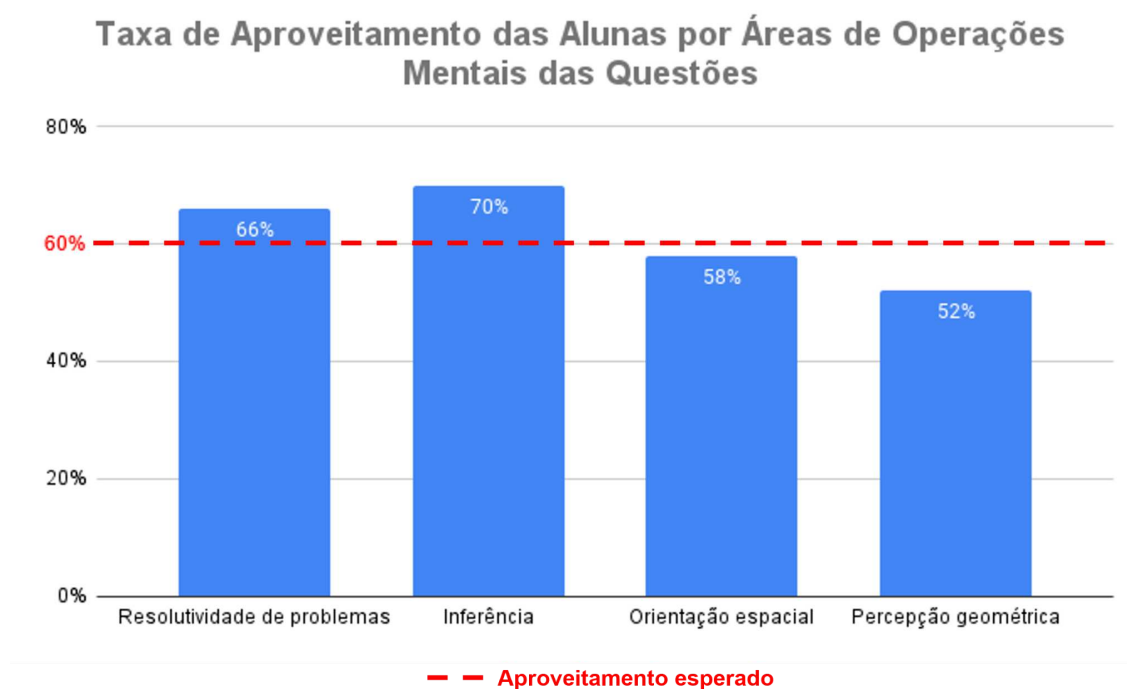


Figura 1. Gráfico quantitativo com a taxa de aproveitamento das alunas que fizeram o CTt em cada área de operações mentais das questões

Pela Tabela 1 é possível constatar que as alunas tiveram melhor desempenho nas áreas de Operações Mentais, relacionadas ao Raciocínio Fluido (Gf) do modelo CHC - Inferência e Resolutividade de Problemas. Isso indica que a proposta das atividades com os módulos de programação e robótica, podem ter exercido com maior influência as características associadas ao pensamento lógico para a resolução de problemas. Para as áreas relacionadas à habilidade de Processamento Visual (Gv) – Orientação Espacial e Percepção Geométrica - observa-se que o desempenho das alunas não alcançou o aproveitamento esperado, apontando um déficit nessas operações mentais. As atividades de robótica poderiam contribuir significativamente para a melhoria dessa área, tendo em vista que ela representa 25% da carga horária total do curso.

A questão da visualização é amplamente discutida por estudiosos de diversas áreas: educação, psicologia, matemática, arquitetura, engenharia, entre outras. No que diz respeito ao ensino e à aprendizagem da Percepção Geométrica, de acordo com Carvalho (2010, p. 25), “historicamente, a visualização na Geometria Euclidiana já foi questionada e até mesmo apontada como um dos motivos para a redução da

ênfase dada ao ensino da Geometria”. Ainda de acordo com a autora, criticava-se a obtenção de resultados obtidos intuitivamente sem a utilização de axiomas e baseados em aspectos visuais. Segundo (Carvalho 2010), observa-se uma situação diferente, na qual a visualização desempenha um papel importante na construção do pensamento geométrico. Porém, entende-se que ela é apenas uma das componentes no processo de resolução de uma questão. Nesse sentido, os aspectos observados e induzidos a partir da visualização da figura devem ser comprovados a partir de cálculos aritméticos ou algébricos, o que, aparentemente, não foi praticado por parte das alunas. Tal resultado confirma a falta de familiaridade das alunas com esse tipo de raciocínio, o que dificulta o desenvolvimento de habilidades específicas no processo de visualização de uma figura para apreensão de todas as características solicitadas no enunciado.

Nessa perspectiva, Veloso (2012, p. 40) destaca que “a imagem de um objeto em nossa mente não é simplesmente um mapeamento de seus atributos físicos e/ou uma apreensão de todas as suas possíveis características observáveis aos nossos olhos e à nossa percepção intelectual”.

Na verdade, segundo Radford (2010, p. 2-7) ao observar uma figura ou objeto, muitas vezes, não os aprendemos em sua totalidade, pois a percepção humana é seletiva e/ou intencional. Assim, é crucial que as alunas, ao se depararem com esse tipo de questão, observem a figura de maneira intencional, buscando, de todas as formas possíveis, o que é solicitado no enunciado.

Porém, vale ressaltar que essa não é uma tarefa fácil para boa parte dos estudantes. Para Radford (2010, p. 2-7), o olhar dos matemáticos passou por um processo de domesticação, a partir do qual eles foram culturalmente educados para organizar a percepção de fatos e objetos em modos racionais particulares. Essa domesticação do olhar é um longo processo no curso do qual nós chegamos a ver e reconhecer as coisas de acordo com significados culturais ‘eficientes’. É o processo que converte o olho (e outro sentido humano) em um órgão intelectual sofisticado’.

Portanto, conforme afirmado por Veloso (2012, p. 39), “as formas culturais de raciocínio, desenvolvidas e refinadas ao longo de milhares de anos estão longe de serem triviais para os estudantes”, principalmente quando se trata de estudantes que podem não ter familiaridade com esse tipo de habilidade e raciocínio.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi proposta uma análise de um *Computational Thinking test* (CTt) a respeito de sua dimensionalidade e caracterização cognitiva quanto ao pensamento computacional, aplicado a um projeto de inclusão digital feminina para o ensino básico em uma região de alta vulnerabilidade socioeconômica. O CTt foi utilizado para levantar dados, propor hipóteses e analisar a relação de parâmetros cognitivos que pudessem indicar impactos da utilização da tecnologia no desenvolvimento do projeto extensionista. Foi proposta a utilização do modelo Cattell-Horn-Carroll (CHC) de inteligência para explicar o impacto e a relação entre si das dimensões do CTt proposto.

Os resultados obtidos mostraram que as áreas de Operação Mental de Inferência e Resolutividade de Problemas são as que mais tem representatividade nos resultados do CTt aplicado. Além disso, outra questão interessante alcançada com os testes foi que o fator Percepção Geométrica teve um resultado inferior ao esperado, indicando que pode haver pouca influência dessa área cognitiva nas 9 escolas públicas inseridas no estudo.

Com todos os cenários atuais e devido à crise do COVID-19, a necessidade de profissionais da área de tecnologia tem se tornado cada vez maior, o que faz acreditar-se que o estímulo ao raciocínio lógico e as habilidades ligadas ao pensamento computacional devam se tornar uma prioridade no âmbito educacional, visto que, no atual contexto, onde a tecnologia traz inovações constantemente e a sociedade requer novas competências, o estudante terá de apresentar novas capacidades, como pensamento sistêmico, autonomia, comunicação, relacionamento interpessoal, eficácia em processos e soluções de problemas.

8. FONTES CONSULTADAS

Ambrósio, Ana Paula, Cleon Xavier, and Fouad Georges. "Digital ink for cognitive assessment of computational thinking." 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. IEEE, 2014.

A. Tucker. Model Curriculum for K–12 Computer Science. Final Report of the ACM K–12 Task Force Curriculum Committee. Association for Computing Machinery (ACM) 2004.

Carvalho, Marlene Lima de Oliveira. "Representações planas de corpos geométricos tridimensionais: uma proposta de ensino voltada para a codificação e decodificação de desenhos." (2010).

Costa, Thaise, et al. "A Importância da Computação para Alunos do Ensino Fundamental: Ações, Possibilidades e Benefícios." Anais do Workshop de Informática na Escola. Vol. 22. No. 1. 2016.

Flanagan, D. P., & Dixon, S. G. (2014). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. Encyclopedia of Special Education. doi:10.1002/9781118660584.es0431

Grossi, Márcia Goretti Ribeiro, Aline Moraes Lopes, and Pablo Alves Couto. "A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira." Revista da FAEEBA 23-41 (2014).

McGrew, Kevin S. "CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research." (2009): 1-10.

National Research Council. Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking. National Academies Press, 2010.

Radford, L. (2010b). The eye as a theoretician: seeing structures in generalizing activities. *For the Learning of Mathematics*, 30(2), 2-7.

Román-González, Marcos, Juan-Carlos Pérez-González, and Carmen Jiménez-Fernández. "Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test." *Computers in human behavior* 72 (2017): 678-691.

Veloso, Débora Silva. O desenvolvimento do pensamento e da linguagem algébricos no ensino fundamental: análise de tarefas desenvolvidas em uma classe do 6º ano. 2012.

Wing, Jeannette M. "Computational thinking." *Communications of the ACM* 49.3 (2006): 33-35.