

Como Identificar Habilidades do Pensamento Computacional? Um Estudo Empregando Análise Fatorial

Ana Liz Souto O. Araujo^{1,2}, Wilkerson L. Andrade¹, Dalton D. S. Guerrero¹,
Monilly Ramos A. Melo³, Isabelle Maria Lima de Souza¹

¹Laboratório de Práticas de Software (SPLab)
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

²Departamento de Ciências Exatas (DCX)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

³Laboratório de Neuropsicologia e Inovação Tecnológica
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

analiz@dcx.ufpb.br, {wilkerson,dalton}@computacao.ufcg.edu.br

Abstract. *Assessing Computational Thinking (CT) is a critical issue for the educational research. One of the problems consists of identifying CT factors because it is a theoretical activity without statistical support. In this study, we present a process to guide the identification of skills in CT questions with statistical support, using exploratory and confirmatory factor analysis. The results pointed out that factor analysis is a promising method towards identifying CT abilities but methodology aspects may influence the confirmatory analysis.*

Resumo. *Avaliar pensamento computacional (PC) é uma questão crítica para o desenvolvimento das pesquisas em Educação e Computação. Um dos problemas consiste na identificação de fatores constituintes do PC em questões avaliativas ser uma atividade de predominância teórica, sem o apoio de métodos estatísticos. Neste estudo, apresentamos um processo para guiar a identificação de fatores em questões avaliativas de PC com apoio estatístico. Utilizamos a análise fatorial para nortear a exploração e a confirmação de fatores do PC em um conjunto de questões. Os resultados demonstraram que análise fatorial é um método promissor para identificar fatores constituintes do PC, mas que aspectos metodológicos podem influenciar no processo de confirmação.*

1. Introdução

Na última década, muitas iniciativas surgiram para promover o Pensamento Computacional (PC). PC pode ser compreendido como habilidades e competências empregadas na Ciência da Computação para resolver problemas do cotidiano, sem a obrigatoriedade de empregar a programação [Wing 2006]. Tão importante quanto estimular PC é dispor de recursos metodológicos que permitam identificar e mensurar essas habilidades nos estudantes [Araujo et al. 2016a].

Antes de avaliar PC, é necessário identificar quais habilidades estão presentes ou podem ser inferidas via instrumentos. As iniciativas que usam programação contam com artefatos de código para entender a respeito das habilidades [Barcelos et al. 2017,

Araujo et al. 2016b]. Já as iniciativas que usam abordagens com jogos podem usar as atividades inseridas no jogo, bem como outros aspectos de jogabilidade [Raabe et al. 2017]. Ambas as estratégias necessitam de metodologia própria para inferir quais habilidades são mensuradas.

Um dos problemas na área consiste na identificação de fatores constituintes do PC em questões avaliativas ser uma atividade de predominância teórica, sem o apoio de métodos estatísticos. Em questões de múltipla escolha ou de respostas curtas, as habilidades precisam ser derivadas das respostas (certas ou erradas) dadas pelos estudantes. Os trabalhos existentes utilizam apenas análise teórica no contexto de matemática [Mestre et al. 2015, Costa et al. 2016], bem como em questões produzidas para aplicativo que estimula PC [Pessoa et al. 2017]. Dessa forma, há uma carência de soluções que usem análise estatística para apoiar as alegações teóricas sobre as habilidades envolvidas em questões avaliativas.

O objetivo deste estudo é apresentar um processo para guiar a identificação de fatores em questões avaliativas de PC com apoio estatístico. Utilizamos a análise fatorial [Hair et al. 2009] como método para nortear a exploração e a confirmação de fatores do PC em um conjunto de questões. Como instrumento, utilizamos questões de uma competição de PC originada na Lituânia, que ocorre anualmente desde 2004, e envolve mais de 50 países, chamado Bebras¹.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, discutimos as habilidades constituintes do PC, apresentamos o Bebras, uma competição internacional de PC e os trabalhos relacionados. Na Seção 3, descrevemos brevemente conceitos de análise fatorial. Na Seção 4, detalhamos os procedimentos e métodos. Na Seção 5 e 6, apresentamos e discutimos os resultados, respectivamente. Finalmente, na Seção 7, fazemos as considerações finais.

2. Pensamento Computacional

Pensamento Computacional é uma forma de pensar sobre os problemas e como solucioná-los explorando conceitos, práticas e habilidades da Computação [Csizmadia et al. 2015]. Nesta seção, citamos duas abordagens teóricas sobre as habilidades constituintes do PC, apresentamos a competição de PC chamada Bebras e por último, discutimos os trabalhos relacionados.

2.1. Habilidades do Pensamento Computacional

As habilidades constituintes do PC ainda não são consenso na literatura e dependem da abordagem teórica empregada em cada estudo [Araujo et al. 2016a]. A *Computing At School* é uma organização educacional britânica que considera PC como um processo cognitivo que envolve raciocínio lógico na resolução de problemas e pode ainda empregar mais cinco habilidades [Csizmadia et al. 2015]. *Abstração* consiste no processo de reduzir detalhes desnecessários e identificar os elementos chaves para resolver o problema. O *pensamento algorítmico* é uma estratégia para se chegar na solução por meio de passos sequenciais bem definidos e ordenados. A *decomposição* é uma maneira de dividir o problema central em problemas menores, mais fáceis de gerenciar e resolver.

¹<https://www.bebas.org>

Já a *generalização* consiste em identificar padrões e similaridade em problemas anteriores e saber aplicar as soluções desses problemas anteriores em problemas novos com alguns ajustes. Por último, a *avaliação* é o processo que checa a adequação e qualidade da solução, se ela é apropriada para resolver o problema.

Uma outra abordagem teórica empregada nas pesquisas é a proposta pela *Computer Science Teachers Association (CSTA)* e *International Society for Technology in Education (ISTE)* que considera nove habilidades [Barr and Stephenson 2011]. A *Coleta de dados* diz respeito a encontrar os dados para área do problema. Já a *análise de dados* considera o raciocínio sobre os dados para resolver o problema. Na *representação de dados*, usamos alguma estrutura, como esquemas, figuras ou tabelas, para melhor apresentar os dados. Na *automação*, empregamos ferramentas como calculadoras, planilhas eletrônicas ou códigos para automatizar tarefas repetitivas. Na *paralelização*, dividimos o problema de forma que as partes não dependentes entre si possam ser resolvidas paralelamente. Na *simulação*, podemos reproduzir ou recriar soluções como forma de testar uma saída apropriada para o problema. Por último, as habilidades *abstração*, *pensamento algorítmico* e *decomposição* são semelhantes a descrição anterior da *Computing At School*.

2.2. Bebras: Competição de Pensamento Computacional

Bebras é uma comunidade internacional de professores e pesquisadores, originada na Lituânia, responsável por promover PC nas escolas. A competição anual é uma das principais atividades da comunidade, na qual as provas são aplicadas nas escolas usando computadores ou dispositivos móveis. As competições comumente acontecem na segunda semana de novembro em mais de 50 países [Dagienė et al. 2017]. Infelizmente, até o ano de 2018, o Brasil ainda não participou da competição.

Todos os anos, integrantes da comunidade Bebras se reúnem para produzir as questões que serão utilizadas na competição. Todas as questões são produzidas em inglês e armazenadas em um banco de dados. Cada país participante seleciona um conjunto de 15 a 24 questões para cada grupo, considerando a idade e o ano escolar, e traduz para sua língua nativa. Os grupos sugeridos pela organização são seis: Pré-primário (idade entre 5-8 anos); Primário (idade entre 8-10 anos); Benjamins (idade entre 10-12 anos); Cadetes (idade entre 12-14 anos); Juniores (idade entre 14-16 anos) e Sênior (idade entre 16-19 anos).

Segundo os organizadores, as questões elaboradas para as competições podem explorar uma ou até três habilidades ao mesmo tempo [Dagienė et al. 2017]. As habilidades associadas às questões são: abstração, pensamento algorítmico, decomposição, avaliação e generalização. Além das habilidades de PC, as questões têm como motivação problemas que abordam um conteúdo de computação, mas de forma que não seja necessário conhecimento prévio para respondê-las.

2.3. Trabalhos Relacionados

Brackmann (2017) avaliou habilidades do PC em estudantes espanhóis e brasileiros usando um instrumento chamado de Teste de Pensamento Computacional [Brackmann 2017]. Esse instrumento está validado para avaliar quatro habilidades: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algoritmo por meio de 28 questões. Para seu trabalho, Brackmann precisou traduzir o teste original do espa-

nhol para o português, devido a ausência de instrumentos avaliativos validados de PC no Brasil.

Outros trabalhos definiram as habilidades de PC empregadas para resolver as questões de matemática por meio de votação majoritária [Mestre et al. 2015, Costa et al. 2016]. Em Mestre *et al* (2015), os resultados indicaram que, de nove habilidades consideradas, seis foram identificadas nas questões avaliadas: abstração, análise de dados, decomposição, algoritmos e representação e coleta de dados. Já no trabalho de Costa *et al.* (2016) apenas quatro habilidades foram apontadas: decomposição, análise de dados, abstração e representação de dados.

Nessa mesma vertente, Pessoa et al. (2017) utilizaram a estratégia de análise de votação majoritária de especialistas para identificar as habilidades de PC produzidas para um aplicativo gamificado, o qual tem por objetivo estimular PC [Pessoa et al. 2017]. Foram identificadas cinco habilidades de PC nas questões do aplicativo: análise de dados, coleta de dados, decomposição, abstração e representação de dados. Dessa forma, percebemos que não há um consenso na quantidade de habilidades constituintes do PC, pois cada estudo considera tanto quantidade como habilidades diferentes.

3. Análise Fatorial

A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada de dados que busca representar o comportamento de variáveis inter-relacionadas em um conjunto de fatores que expliquem um dado comportamento [Hair et al. 2009]. Um fator é um construto (por exemplo, a inteligência) que influencia mais de uma variável observada (por exemplo, itens em um instrumento). O principal benefício da técnica é possibilitar a redução ou simplificação de dados em um conjunto menor que expressam os fatores (construtos). Nesta seção, descrevemos dois métodos de análise fatorial, a confirmatória e a exploratória.

3.1. Análise Fatorial Exploratória

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é empregada quando ainda não temos um modelo para os dados e queremos explorá-los. Assim, desejamos descobrir quais os fatores podem emergir dos dados empíricos. Dessa forma, as variáveis observáveis (por exemplo, itens de um instrumento) pertencem a um mesmo fator quando partilham de variância, ou seja, são influenciadas pelo mesmo construto. A variância é composta pela variância comum, específica e de erro. A variância comum é aquela compartilhada entre todas as variáveis da análise. Já a variância específica é aquela associadas apenas à variável em questão (exclusiva). Por último, a variância de erro é aquela oriunda de aspectos relacionados ao erro de medida ou fenômenos aleatórios durante o processo de medição.

O processo de AFE engloba um conjunto de etapas, no qual as principais são: o método de extração, a determinação do número de fatores e a interpretação dos fatores [Hair et al. 2009]. Dentre os **métodos de extração**, a análise de componentes principais considera a variância total, ou seja, engloba as variâncias comum e específica, no intuito de maximizar as variáveis que são explicadas pelos fatores. Já o **número de fatores** a ser extraído depende de um conjunto de critérios adotado pelo pesquisador, apoiado pelos dados empíricos. Maiores detalhes desses critérios podem ser encontrados em Hair *et al.* (2009). Por último, a **interpretação dos fatores** envolve uma processo manual no qual o pesquisador busca nomear os fatores de acordo com a fundamentação teórica que norteia a pesquisa.

3.2. Análise Fatorial Confirmatória

A Análise Fatorial Confirmatória (AFC) é empregada quando desejamos testar uma teoria ou um modelo sobre um conjunto de dados. Em outras palavras, usamos AFC quando já temos uma ideia sobre as relações entre as variáveis (por exemplo, itens de um teste) e os fatores. Ao contrário da AFE, que é um processo descritivo, a AFC é dirigida a testar hipóteses, pois o pesquisador necessita especificar os aspectos do modelo testado, ou seja, estabelecer quais variáveis estão relacionadas com quais fatores previamente.

4. Procedimentos e Métodos

A metodologia deste trabalho descreve um processo para identificar fatores constituintes do pensamento computacional em questões da competição Bebras. A primeira parte do processo envolve a **etapa de exploração** de dados, no qual dados são analisados e os fatores emergem como um possível modelo [Hair et al. 2009]. A segunda parte envolve a **etapa de confirmação** do modelo de fatores anterior [Brown 2014].

O objetivo da **etapa de exploração** é descobrir quais fatores podem ser descobertos empiricamente a partir das respostas dos alunos nas questões avaliadas. Como método, utilizamos a AFE que aponta quais variáveis são mais aptas para avaliar os fatores. No nosso contexto, as questões são as variáveis e os fatores podem ser as habilidades que justificam o comportamento das respostas.

Assim, executamos uma AFE sobre uma base de dados contendo respostas de uma prova Bebras do ano de 2015. Essa base de dados possui respostas de 1564 estudantes dos dois últimos anos da educação básica da Lituânia. A idade dos estudantes varia de 16 a 19 anos. A prova contém 18 questões e foi disponibilizada pelos organizadores².

Executamos a AFE por meio de uma análise de componentes principais no RStudio³ com a linguagem R⁴. Utilizamos o pacote *Psych*, a função *principal* () e a rotação *oblimin* [Revelle 2017]. Após a descoberta dos fatores, as questões passaram por dois pesquisadores da área de PC no intuito de nomear os fatores. O resultado desta etapa mostra um modelo que apresenta o número de fatores que são apontados pelos dados, bem como as questões (variáveis) relacionadas a cada fator.

O objetivo da **etapa de confirmação** é confirmar o modelo obtido na AFE. Como método, utilizamos a AFC que aponta o quão bem o modelo de fatores previamente escolhido se adequa aos dados. As questões apontadas pela AFE são submetidas a uma nova amostra de sujeitos para gerar um novo conjunto de respostas e esses dados são analisados pela estatística.

Nesta etapa, devido à impossibilidade de desenvolver o estudo na Lituânia, as questões utilizadas na etapa de exploração (AFE) foram traduzidas e aplicadas no Brasil. A amostra foi composta por 163 estudantes brasileiros recém ingressos na graduação em Computação em duas universidades públicas. A idade dos estudantes varia entre 17 e 21 anos (idade próxima aos estudantes da primeira amostra da AFE). A prova foi aplicada na primeira semana de aula do semestre, antes da ministração de conteúdos das disciplinas

²Bebras 2015 na Lituânia. Disponível em: <http://bebras.lt/wp-content/uploads/2015/09/Uzdaviniu-2015-m.-knygele.pdf>

³RStudio. Disponível em: <https://www.R-project.org/>

⁴Linguagem R. Disponível em: <https://www.r-project.org/>

nas quais os alunos estavam matriculados. Assim, executamos a AFC usando o pacote *lavaan*, função *cfa()* [Rosseel 2012] nos dados coletados desta etapa.

5. Resultados

Nesta seção, apresentamos os resultados das duas etapas do processo de identificação das habilidades de PC no instrumento.

5.1. Etapa de Exploração

Nesta etapa, utilizamos uma base de dados contendo respostas de 1564 estudantes da Lituânia a dezoito questões da prova Bebras de 2015. Executamos a AFE por meio de análise de componentes principais no intuito de reduzir o número de questões, mas que mantivesse a mesma quantidade de fatores. Após executar os códigos, obtivemos o melhor resultado por meio da rotação *oblimin*.

A Tabela 1 mostra a matriz de fatores resultante da análise fatorial exploratória. Contrariando as expectativas, apenas dois fatores foram derivados dos dados. Seis questões (das dezoito originais) foram excluídas por não apresentarem cargas significativas nos fatores. Consideramos 0.30 como carga de fator mínima, tendo como referência que o número de sujeitos da nossa amostra é maior que 350 pessoas [Hair et al. 2009]. Assim, temos agora doze questões para prosseguir na análise relacionada aos dois fatores.

Tabela 1. Resultado da matriz de cargas de fatores com rotação *oblimin*

Questões	Fator 1	Fator 2
Você não vai descobrir	0.62	0.01
Troca de palavras	0.61	-0.15
O alquimista	0.52	0.24
E-mail	0.50	-0.11
Popularidade	0.42	0.00
Desenhando estrelas	0.42	0.03
Tutorial	0.36	0.06
Fogos de artifício	0.32	0.22
Castor atarefado	-0.14	0.69
Decorando chocolate	0.15	0.58
Vire as cartas	0.05	0.42
Fábrica de potes	0.26	0.37

Nós destacamos em negrito a carga fatorial em cada fator para melhor visualização na Tabela 1. Com base nos resultados, descrevemos as relações das questões aos fatores. O fator 1 está relacionado às questões “Você não vai descobrir”, “Troca de palavras”, “O alquimista”, “E-mail”, “Popularidade”, “Desenhando estrelas”, “Tutorial” e “Fogos de artifício”. Já o fator 2 está relacionado às questões “Fábrica de potes”, “Decorando chocolate”, “Castor atarefado” e “Vire as cartas”.

Antes de passar para a próxima etapa, convidamos dois pesquisadores na área de PC para nos auxiliar a nomear os fatores, afim de melhor caracterizar o modelo resultante da AFE. Um dos pesquisadores é doutorando e o outro está finalizando o mestrado, ambos na área de PC. Eles receberam as questões, a descrição das habilidades segundo [Dagienė et al. 2017] e foram convidados a nomear qual habilidade melhor descreveria cada um dos dois fatores. Portanto, como resultado da fase exploratória, o modelo possui 12 questões (Tabela 1), onde o fator 1 foi apontado como sendo as habilidades de abstração e avaliação e o fator 2 como pensamento algorítmico, segundo os especialistas.

5.2. Etapa de Confirmação

Na **etapa de confirmação** do processo, desejamos testar o modelo obtido dos dados da etapa exploratória. Dessa forma, organizamos uma nova coleta de dados, na qual as doze questões foram aplicadas a 163 ingressos no curso de Computação de duas universidades na primeira semana de aula, antes da ministração de conteúdos.

A Tabela 2 mostra o resultado da AFC após especificação do modelo e execução dos códigos. Ao observar as cargas fatoriais, percebemos que tanto para o fator 1, como para o fator 2, todas estão abaixo de 0.3, com exceção da questão “Decorando chocolate”. Infelizmente, esses valores indicam que o modelo não é adequado, pois as cargas não são fortes o suficiente (< 0.3) para serem consideradas [Hair et al. 2009]. Portanto, o resultado do processo é controverso e o modelo proposto precisa ser analisado novamente, pois não pode ser aceito da mesma forma que foi apontado pela AFE na etapa de exploração. Na seção seguinte, discutimos os motivos que podem ter influenciado no resultado.

Tabela 2. Resultado da análise fatorial confirmatória

Fator	Questão	Carga	Erro
Fator 1	Você não vai descobrir	0.183	0.031
	Troca de palavras	0.065	0.015
	O alquimista	0.220	0.046
	E-mail	0.055	0.031
	Popularidade	0.184	0.047
	Desenhando estrelas	0.163	0.042
	Tutorial	0.169	0.033
	Fogos de artifício	0.028	0.049
Fator 2	Fábrica de potes	0.086	0.043
	Decorando chocolate	0.386	0.090
	Castor atarefado	0.161	0.050
	Vire as cartas	0.040	0.030

6. Discussão

Nesta seção, discutimos sobre aspectos que podem ter influenciado nos resultados do estudo, como *(i)* as amostras selecionadas, *(ii)* o instrumento empregado e *(iii)* a quantidade de fatores.

6.1. Amostras do Estudo

Presumimos que a idade dos sujeitos não seja o fator mais influenciador nos resultados. No nosso estudo, ambos os grupos possuem idades próximas: de 16 a 19 anos os estudantes lituanos e de 17 a 21 anos os estudantes brasileiros. Para a psicometria, alguns construtos, como a inteligência, são avaliados considerando testes para crianças e testes para adolescentes (com idades acima de 16 anos) e adultos [Hutz et al. 2015]. O WAIS-III⁵ (Escala de inteligência Wechsler para adultos) é um exemplo de testes amplamente utilizados para avaliação da capacidade intelectual de adultos na faixa etária entre 16 e 89 anos nos contextos clínico, educacional e de pesquisa. Dessa forma, tanto a faixa etária da amostra de estudantes da Lituânia como da amostra de estudantes brasileiros pode ser considerada apta para avaliar PC, pois ambas consideram sujeitos acima de 16 anos.

⁵WAIS-III. Disponível em: <http://www.pearsonclinical.com.br/wais-iii-escala-de-inteligencia-wechsler-para-adultos.html>

Acreditamos que as diferenças sociais e culturais influenciaram mais do que a diferença no ano escolar. No caso do grupo lituano, os estudantes estão cursando os dois últimos anos do ensino médio, enquanto que o grupo brasileiro já concluiu o ensino médio. Entretanto, outra pesquisa apontou que mesmo usando amostra de mesmo ano escolar mas de países diferentes, não há garantias estatísticas que as amostras podem ser comparáveis [Brackmann 2017]. Brackmann (2017) conduziu um estudo com estudantes brasileiros e espanhóis do mesmo ano escolar e com condições socioeconômicas similares, e mesmo assim não conseguiu indícios estatísticos que permitiram realizar comparações entre os dois grupos, mesmo usando um instrumento validado para avaliação. Portanto, acreditamos que as diferenças culturais foram os aspectos que mais podem ter influenciado os grupos amostrais.

6.2. Aplicação do Instrumento

A forma de aplicação do instrumento pode ter influenciado as respostas dos alunos. Embora as questões Bebras possam ser aplicadas em papel, algumas delas são interativas, ou seja, requerem ações como clicar e arrastar [Dagienė et al. 2017]. Na Lituânia, as questões foram aplicadas em computadores ou tablets em um sistema desenvolvido para as competições Bebras. Já no Brasil, as questões foram aplicadas impressas. O fato de algumas questões perderem o aspecto de interatividade pode ter afetado as respostas.

A tradução das questões é um quesito apontado por especialistas como influenciador nos resultados gerais. Para a psicometria, traduzir um teste não garante validade na nova língua, pois pode-se sofrer viés de tradução [Hutz et al. 2015]. Por exemplo, a tradução pode não expressar totalmente o sentido original. No nosso estudo, tentamos minimizar o viés de tradução contando com dois revisores externos distintos para cada questão. Destacamos que as questões foram traduzidas do inglês e não da língua lituana, pois há mais revisores que dominam o inglês que a língua lituana no Brasil. Na competição Bebras, todas as questões são primeiro elaboradas em inglês e só depois traduzidas para a língua do país no qual serão aplicadas [Dagienė et al. 2017]. Por isso, não contamos que esse aspecto poderia influenciar os resultados no planejamento do estudo.

6.3. Quantidade de Fatores

Acreditamos que a quantidade de fatores apontada no nosso estudo pode ter sido influenciada pela seleção das questões do instrumento. Considerando os trabalhos relacionados, os outros estudos apontaram diferentes quantidades de habilidades, mas todas quatro ou acima de quatro habilidades de CT [Brackmann 2017, Mestre et al. 2015, Costa et al. 2016, Pessoa et al. 2017]. Entretanto, nossa análise estatística apontou apenas duas habilidades. Precisamos considerar que as questões que compõem o instrumento foram selecionadas pelos organizadores do Bebras na Lituânia a partir de um banco de questões sem critérios claros [Dagienė et al. 2017]. Segundo Dagienė *et al* (2017), os organizadores devem selecionar as questões de forma que o maior número de conteúdos de Computação esteja presente na prova, mas não detalham como a seleção é feita. Portanto, a falta de critério bem definido para seleção de questões que compõe a prova pode ter influenciado na quantidade de fatores que a AFE apontou.

Outro aspecto que pode ter influenciado a quantidade de fatores é a abordagem de identificação dos fatores: (i) apenas teórica ou (ii) estatística e teórica. No primeiro caso, os especialistas são livres para julgar quais habilidades são mais pertinentes para

auxiliar a responder as questões. Já no segundo caso, a análise estatística direciona quais questões possuem respostas correlacionadas e por isso podem ter sido respondidas por um fator em comum. Só depois, os especialistas analisam as questões associadas a cada fator para então realizar a análise teórica. No caso das questões utilizadas neste estudo, os organizadores do Bebras realizaram inicialmente uma análise apenas teórica e identificaram cinco habilidades [Dagiené et al. 2017]. Entretanto, a análise fatorial apontou apenas dois fatores. Portanto, acreditamos que a abordagem empregada para identificar fatores influencia nos resultados.

7. Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi demonstrar um processo para nortear a identificação de fatores em questões avaliativas de PC com apoio estatístico. Como método, utilizamos a análise fatorial tanto para explorar (AFE) como para tentar confirmar (AFC) os fatores do PC em questões de uma competição de PC chamada Bebras. Nessa competição, era esperado que houvesse cinco habilidades principais envolvidas nas questões, considerando a análise teórica dos organizadores. Para nossa surpresa, o resultado da etapa de exploração apontou um modelo com apenas 2 fatores principais, nomeados como abstração e avaliação (fator 1) e pensamento algorítmico (fator 2). Entretanto, a etapa de confirmação apresentou resultado controverso, provavelmente devido a questões de planejamento e condução do estudo. Mesmo assim, a análise fatorial corroborou como uma técnica apropriada para guiar a identificação de fatores no contexto de PC. Além disso, discutimos aspectos que podem ter influenciado os resultados, no intuito que as próximas pesquisas atentem para esses pontos no momento do seu planejamento.

Na execução deste estudo, destacamos três lições aprendidas. A primeira delas é a importância de selecionar amostras homogêneas na condução do estudo. A segunda é que tanto a tradução de questões de outros idiomas, como a forma de aplicação do instrumento, são aspectos que podem direcionar resultados diferentes quando avaliamos habilidades cognitivas. E a terceira, a seleção de questões para compor um instrumento, bem como a abordagem para identificar as habilidades (se apenas teórica ou estatística e teórica) podem influenciar na quantidade como também em quais habilidades do PC serão analisadas.

Portanto, a principal contribuição deste estudo é aplicar uma técnica estatística para nortear a identificação de fatores do PC. Nossa pesquisa apontou a que análise fatorial é uma técnica promissora para auxiliar a descobrir quantos e quais fatores podem compor um instrumento para avaliar PC. Em trabalhos futuros, planejamos continuar explorando a análise fatorial em amostras homogêneas, bem como discutir quantas e quais habilidades podem ser avaliadas no contexto de PC.

Referências

- Araujo, A. L., Andrade, W., and Guerrero, D. (2016a). Um mapeamento sistemático sobre a avaliação do pensamento computacional no Brasil. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1147.
- Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., and Guerrero, D. D. S. (2016b). A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. In *Frontiers in education conference (FIE), 2016 IEEE*. IEEE.

- Barcelos, T., Souza, A., Silva, L., Muñoz, R., and Acevedo, R. V. (2017). Mensurando o desenvolvimento do pensamento computacional por meio de mapas auto-organizáveis: um estudo preliminar em uma oficina de jogos digitais. In *Anais dos VI Workshops do CBIE*.
- Barr, V. and Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to k-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1):48–54.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Brown, T. A. (2014). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford Publications.
- Costa, E. J. F., Sampaio, L., and Guerrero, D. (2016). Pensamento computacional na educação básica: Uma análise da relação de questões de matemática com as competências do pensamento computacional. In *Anais dos V Workshops do CBIE*.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). Computational thinking: A guide for teachers. *Google Scholar*.
- Dagienè, V., Sentance, S., and Stupurienè, G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28(1):23–44.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., and Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.
- Hutz, C. S., Bandeira, D. R., and Trentini, C. M. (2015). *Psicometria*. Artmed Editora.
- Mestre, P., Andrade, W., Guerrero, D., Sampaio, L., da Silva Rodrigues, R., and Costa, E. (2015). Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do pisa. In *Anais dos IV Workshops do CBIE*.
- Pessoa, F. I. R., Araujo, A. L. S. O., Andrade, W., and Guerrero, D. (2017). T-mind: um aplicativo gamificado para estímulo ao desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional. In *XXVIII SBIE*.
- Raabe, A., Santana, A. L. M., Ellery, N., and Gonçalves, F. (2017). Um instrumento para diagnóstico do pensamento computacional. In *Anais dos VI Workshops do CBIE*.
- Revelle, W. (2017). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Northwestern University, Evanston, Illinois. R package version 1.7.8.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2):1–36.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.