



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



AWARE KNOWLEDGE RETENTION MODEL PARA INVESTIGAÇÃO DE RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A CRIATIVIDADE

LAURA STHEFANY COLOMBO¹, JANAÍNA CINTRA ABIB², EDNILSON GERALDO ROSSI³,
GISLAINE CRISTINA MICHELOTI ROSALES⁴

1 Estudante de Curso Técnico em Informática, IFSP Campus Araraquara, laura.sthefany@aluno.ifsp.edu.br. 2 Docente no IFSP Campus Araraquara, janaina@ifsp.edu.br; ednilsonrossi@ifsp.edu.br; gislaine@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Área Exemplo – 1.03.03.04-9

RESUMO: Este trabalho apresenta resultados da investigação de relações entre o desenvolvimento de habilidades para a solução de problemas computacionais e o desenvolvimento do pensamento computacional e do pensamento criativo. Um modelo de fixação do conhecimento, denominado *Aware Knowledge Retention Model*, foi aplicado aos estudantes participantes do estudo. O modelo contempla quatro dimensões da aprendizagem: Compreender, Reproduzir, Aplicar e Avaliar. De forma progressiva, o modelo favorece aumento das habilidades de abstração de problemas e a proposição de soluções algorítmicas mais elaboradas à medida que os alunos são expostos às práticas associadas. Esta pesquisa buscou validar a hipótese de que o pensamento computacional e as habilidades de resolver problemas computacionais estão associadas ao desenvolvimento da criatividade. Para tanto, aplicou-se o modelo aos alunos de curso superior, na disciplina Algoritmos e Programação. Estratégias de ensino e aprendizagem foram empregadas ao longo da disciplina nas amostras de controle, assim como instrumentos de avaliação para determinar o progresso dos estudantes participantes da pesquisa e identificar possíveis relações entre as variáveis de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: criatividade, habilidades de programação, pensamento algorítmico, pensamento criativo, pensamento computacional.

INTRODUÇÃO

Para Bocconi et al. (2016) pensamento computacional (PC) é um processo de pensamento (ou uma habilidade de pensamento humano) que usa abordagens analíticas e algorítmicas para formular, analisar e resolver problemas.

Conceitos e habilidades vinculadas ao PC incluem: capacidade de abstração (Barr e Stephenson, 2011; Lee et al., 2011; Grover e Pea, 2013; Selby e Woollard, 2013; Angeli et al., 2016), desenvolvimento do pensamento algorítmico (Selby & Woollard, 2013) e desenvolvimento de algoritmos, automação (Barr e Stephenson, 2011; Lee et al., 2011), decomposição (Barr e Stephenson, 2011; Grover e Pea, 2013; Selby e Woollard, 2013; Angeli et al., 2016), depuração (Grover e Pea, 2013), generalização (Selby e Woollard, 2013; Angeli et al., 2016), análise (Lee et al., 2011), programação/codificação. A programação/codificação, como um componente do PC, pode ser vista como uma ferramenta de aprendizagem que pode estar presente no currículo escolar obrigatório, inclusive sendo abordado como habilidade transversal.

Diversos estudos apontam, ainda, que o pensamento criativo (Israel-Fishelson et al., 2021) está relacionado com o pensamento computacional e há influências em ambos os sentidos. Amabile e Pillemer (2012) apontam que a criatividade pode ser afetada por fatores individuais e fatores externos, que seriam as influências dos fatores socioambientais. Os fatores individuais mencionados pelas autoras incluem: (i) habilidades no domínio (habilidade técnica, talento inato); (ii) habilidades relevantes para a criatividade, como o estilo cognitivo flexível, personalidade, persistência; e, (iii) motivação para realização de tarefas. De acordo com as autoras, o componente externo, ambiente social, pode influenciar cada um dos componentes individuais. Todavia, a influência mais imediata e prevalente do ambiente é exercida sobre o componente motivacional. A criatividade pode ser vista como um processo cognitivo e social, e ainda como uma habilidade que pode ser aprendida, praticada e melhorada.

O objetivo principal desta pesquisa consistiu em investigar relações e associações entre o desenvolvimento de habilidades e competências para a solução de problemas computacionais e o desenvolvimento do pensamento criativo. Como objetivo secundário, esta pesquisa coletou dados que permitiram a avaliação do modelo de fixação do conhecimento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como a aprendizagem ocorre? A taxonomia de Bloom (Bloom 1956/2001) utiliza seis níveis de classificação da aprendizagem cognitiva que vão desde ganhar conhecimento em seu nível mais fundamental, compreender ideias e fatos básicos, ser capaz de aplicar a aprendizagem na resolução de problemas, ser capaz de analisar ideias de novas maneiras e, em um nível mais sofisticado, ser capaz de avaliar opiniões e ideias e fazer apreciações com base em evidências e critérios objetivos.

Brown et al. (2018) afirmam que colocar os novos conhecimentos em um contexto mais amplo, dando significado a ele e conectando-o a algo concreto que o aluno já sabe ajuda a alicerçar a aprendizagem. Uma maneira de fazer isso é extrair as ideias essenciais dos novos conteúdos e organizá-las em um modelo mental conectando esse modelo aos conhecimentos prévios. O uso de práticas diferenciadas e intercaladas a fim de extrair “regras” ou princípios básicos que diferenciam os tipos de problemas é mais eficiente que a pura repetição.

Nesta abordagem, pode-se considerar que a aprendizagem ocorre a partir de três etapas: a codificação, a consolidação e a recuperação (Brown et al., 2018). A codificação é o processo de converter percepções sensoriais em representações significativas no cérebro. A consolidação é o processo de fortalecimento das representações mentais para a memória de longo prazo, onde o cérebro reorganiza e estabiliza os vestígios de memória. Isso pode levar várias horas e envolve o processamento mais profundo dos novos conteúdos em que o cérebro dá significado e faz conexões com experiências passadas e outros conhecimentos de longo prazo armazenados na memória. A recuperação envolve a associação de pistas eficientes que permitem a recuperação da informação e do conhecimento já consolidado.

Ademais, pode-se afirmar que a aprendizagem de novos conhecimentos ocorre a partir da conexão desses com o que já sabemos. Exposição espaçada e intercalada aos conteúdos e sua revisão em diferentes momentos, auxilia na percepção e detecção de suas diferenças e semelhanças e conduz à representações mais complexas. A aprendizagem intercalada de conteúdos (Rohrer e Taylor, 2007; Kantak et al. 2010) aumenta as habilidades de diferenciação e indução e constroem novas conexões permitindo a fixação dos novos conhecimentos na memória de longo prazo.

METODOLOGIA

Conforme mencionado, o modelo de fixação do conhecimento, *Aware Knowledge Retention Model (AKRModel)*, possui quatro dimensões, que são: a dimensão Compreender, a Reproduzir, a Aplicar e a Avaliar.

A primeira dimensão do modelo, *Compreender*, está relacionada à habilidade de domínio cognitivo e inclui o entendimento do significado de algo novo, neste estudo os novos conceitos e conteúdos de programação são introduzidos de forma gradual, porém não linear.

A habilidade *Reproduzir* consiste na consolidação dos conhecimentos a fim de torná-los recuperáveis a longo prazo. Neste estudo, consiste na proposição de soluções algorítmicas para problemas computacionais semelhantes ao que foi apresentado e explicado anteriormente.

Aplicar é a terceira habilidade a ser desenvolvida e consiste em aplicar os conhecimentos construídos anteriormente para a resolução de problemas novos e mais complexos.

A quarta, e última, habilidade consiste em *Avaliar* novos problemas computacionais em contextos diferentes dos já vistos e em maior nível de complexidade e propor melhor solução a partir da avaliação de diferentes possibilidades. Também inclui, nesta categoria, a avaliação de soluções propostas por seus pares e a identificação de vantagens e desvantagens.

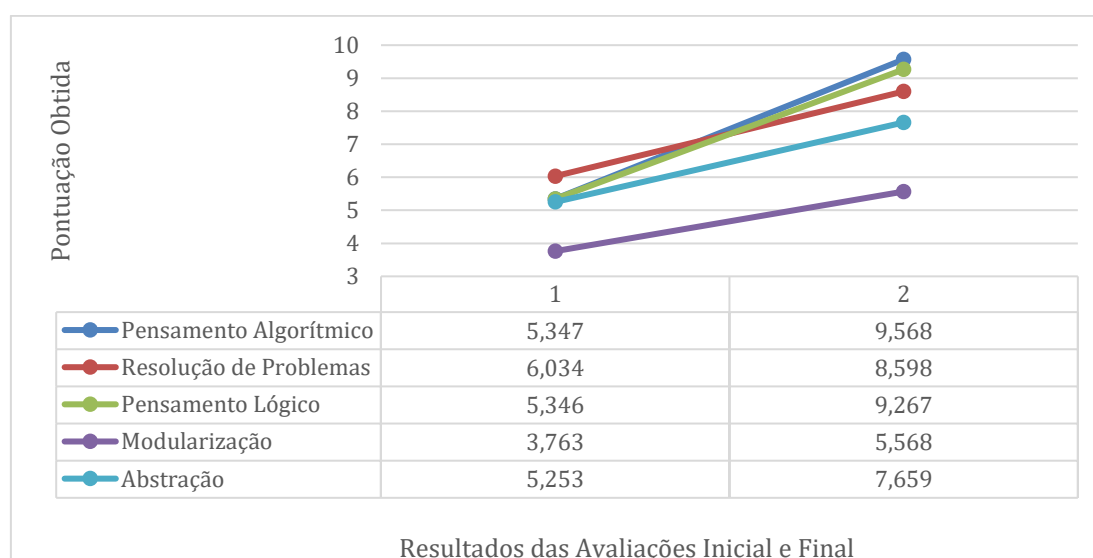
Durante a execução do projeto, foi possível a aplicação de questionários que avaliavam a criatividade e o desenvolvimento do pensamento computacional em dois momentos diferentes, com um intervalo de 4 meses. Nos questionários de criatividade, foram avaliadas as seguintes habilidades: a Fluência (número de ideias), a Flexibilidade (diferentes categorias de ideias), a Elaboração (adição de detalhes à resposta), a Originalidade (resposta não comuns) e a Expressão (apresentação entendível da ideia), conforme a teoria de Guilford (1960). Em cada questão, a presença, ou não, de cada uma das características criativas citadas foi tabulada com os valores 1, 0,5 ou 0, sendo 1 a presença mais intensa da característica e 0 a ausência. Deste modo, foi possível avaliar não apenas a média geral da amostra, mas os casos individuais também.

A avaliação do PC considerou o desenvolvimento de habilidades de Pensamento Algorítmico, Resolução de Problemas, Pensamento Lógico, Modularização e Abstração. A avaliação dessas habilidades foi realizada de forma processual e contínua a partir de instrumentos diversificados que possibilitaram avaliação quantitativa e qualitativa da aprendizagem sobre PC, tais como prova escrita, prova prática em laboratório de informática, dinâmicas em equipes, socialização de resultados, discussões. As provas teóricas e práticas consideraram a produção de algoritmos em formato gráfico, textual e usando linguagem de programação C, além de exercícios de lógica matemática e lógica de programação, conforme conteúdos trabalhados na disciplina durante o semestre. As avaliações de PC, incluindo avaliações qualitativas, foram mensuradas de 0 a 10 para facilitar a análise quantitativa e apresentação de resultados. Os instrumentos utilizados possibilitaram avaliação do grupo e avaliação individual sobre as habilidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo avaliou os efeitos da aplicação do *AKRModel*, desenvolvido pela autora, a 38 alunos do Curso Superior de Análise e Desenvolvimento de Sistemas. A avaliação dos dados coletados demonstrou que o modelo, e suas práticas inerentes, contribuiu para o desenvolvimento do PC e que os alunos apresentaram aumento significativo de habilidades do pensamento computacional consciente, conforme apresenta a Figura 1.

FIGURA 1. Resultados obtidos nas avaliações inicial e final do PC.



Resultados das Avaliações Inicial e Final

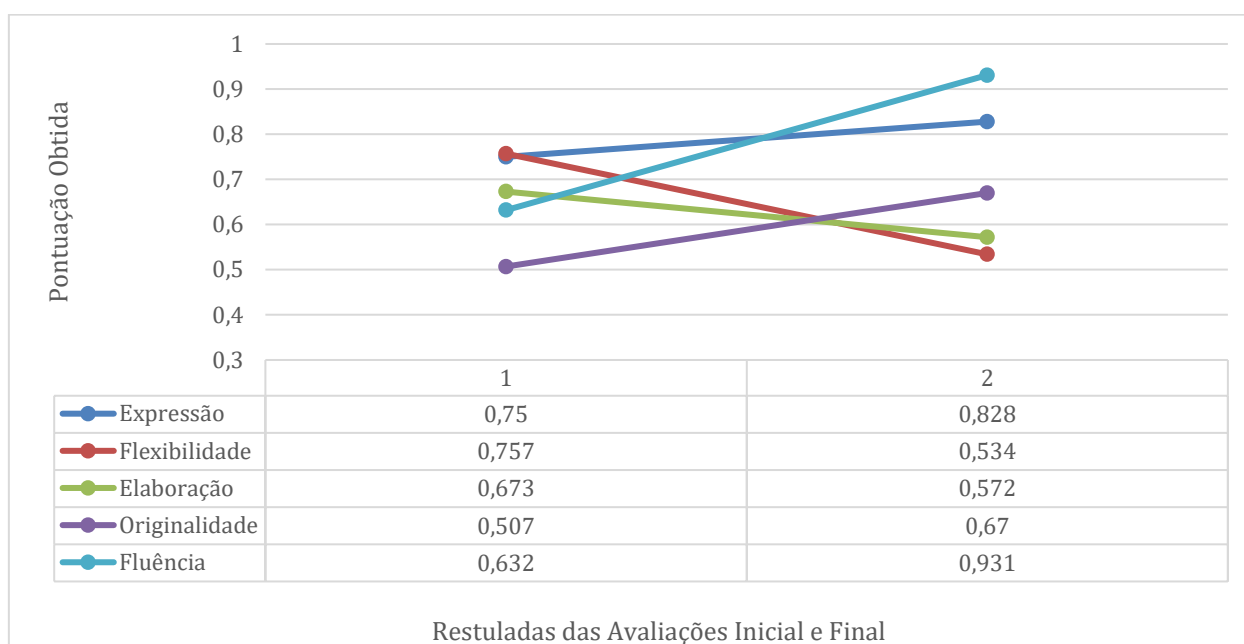
Fonte: elaborado pelos autores.

As variáveis Pensamento Algorítmico e Pensamento Lógico tiveram aumentos mais significativos, 4,221 e 3,921, médias respectivas, talvez por serem as habilidades mais abordadas e trabalhadas durante o estudo. As habilidades de Resolução de Problemas e Abstração tiveram diferença de 2,564 e 2,406, respectivamente. Por fim, a Modularização teve aumento mais tímido, de 1,805, o que se justifica pela abordagem mais superficial e com menor tempo de desenvolvimento desta habilidade.

A análise dos resultados obtidos nos questionários com relação à criatividade e pensamento criativo mostrou que no desenvolvimento das características de Fluência, Originalidade e Expressão quase todos os alunos apresentaram resultados melhores no segundo questionário, aplicado ao final do curso. Enquanto os resultados referentes à Elaboração e Flexibilidade foram mais variados e registraram-se regressos consideráveis.

A comparação das médias das características dos questionários foi registrada conforme Figura 2.

FIGURA 2. Resultados obtidos nas avaliações inicial e final da criatividade e do pensamento criativo



Fonte: elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

Conforme os resultados apresentados, constatou-se que, no contexto do *AKRModel* utilizado, determinadas características criativas são desenvolvidas à medida que se desenvolve o pensamento computacional e as habilidades para a solução de problemas computacionais. São essas características: Expressão, Originalidade e Fluência. Uma possível explicação para o regresso de alguns alunos no quesito Elaboração é o aprimoramento de uma linguagem mais direta e objetiva nas respostas.

Dada a importância e atualidade do tema proposto e as diversas questões abertas sobre o assunto, acredita-se que este trabalho tem potencial para contribuir com futuras pesquisas e oferecer evidências importantes para o desenvolvimento de novas pesquisas, ferramentas e *frameworks* para apoio ao desenvolvimento do pensamento computacional e da criatividade computacional.

REFERÊNCIAS

Amabile, T. M., and Pillemer, J. "Perspectives on the Social Psychology of Creativity." *Journal of Creative Behavior* 46, no. 1 (2012): 3–15.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework- Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23.

Bloom, B. S. (1956). "Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain." New York: David McKay Co Inc.

Bocconi, S. et al. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/developing-computational-thinking-compulsory-education-implications-policy-and-practice>>. Acesso em: dez. de 2020.

Brown, P. C.; Roediger III, H. L.; McDaniel, M. A. *Fixe o conhecimento: a ciência da aprendizagem bem sucedida*. Tradução: Henrique de Oliveira Guerra; revisão técnica: Claudio de Moura Castro. – Porto Alegre: Penso, 2018.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Guilford, J. P. (1960). *The structure of the intellect model: its use and implications*. New York: McGraw-Hill.

Israel-Fishelson R., Hershkovitz A., Eguíluz A., Garaizar P., Guenaga M. (2021). The Associations Between Computational Thinking and Creativity: The Role of Personal Characteristics. *Journal of Educational Computing Research*. 2021; 58(8):1415-1447.

Kantak S. S. et al., Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice structure. *Nature Neuroscience*, v. 13, n. 8, p. 923-925, 2010.

Lee, I.; Denner, J.; Martin, F. L.; Coulter, B.; Allan, W.; Erickson, J.; Malyn-Smith, J.; Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.

Pedrosa D., Cravino J., Morgado L., Barreira C. (2019) Co-regulated Learning in Computer Programming: Students Co-reflection About Learning Strategies Adopted During an Assignment. In: Tsitouridou M., A. Diniz J., Mikropoulos T. (eds) *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education. TECH-EDU. Communications in Computer and Information Science*, vol 993. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_2.

Rohrer, D.; Taylor, K. The shuffling of mathematics problems improves learning; *Instructional Science*, v. 35, p. 481-498, 2007.

Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton (E-prints).

Torrance, E.P. (1966) *The Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Lexington, Mass.: Personnel Press.