

Avaliando a Criatividade de Aplicações Móveis na Educação em Computação: Um Resumo Estendido

Nathalia da Cruz Alves
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis/Santa Catarina/Brasil
nathalia.alves@posgrad.ufsc.br

Christiane Gresse von Wangenheim
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis/Santa Catarina/Brasil
c.wangenheim@ufsc.br

Este artigo apresenta um resumo estendido dos resultados obtidos na tese intitulada *Assessing the Creativity of Mobile Applications in Computing Education* [1] defendida no Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação em 03/08/2023. O trabalho foi desenvolvido pela primeira autora, em um período de 51 meses, sob a orientação da última autora.

Contexto. Na sociedade digital atual, a criatividade é uma competência essencial do século XXI, vital para o sucesso pessoal e profissional [11]. Assim, o desenvolvimento da criatividade dos estudantes na Educação Básica é uma preocupação dominante [5]. Embora tradicionalmente associada às artes, música e literatura, a criatividade pode ser cultivada em outras áreas, como a computação, na qual são necessárias habilidades de design, pesquisa e inovação [19]. Neste contexto, existem propostas de unidades instrucionais que ensinam computação e criatividade por meio do desenvolvimento de aplicativos móveis [8]. Ao utilizar uma abordagem de ação computacional [20], os estudantes podem aprender conceitos básicos de computação e a criar um aplicativo móvel para resolver problemas em suas vidas e comunidades utilizando o App Inventor.

Problema. Embora já existam várias propostas de avaliação da aprendizagem de conceitos e práticas de computação, a avaliação da criatividade nesse contexto é escassa [2], uma vez que a avaliação da criatividade é desafiadora [10].

Justificativa e Relevância. Em um cenário digital em rápida evolução, promover a criatividade é essencial, e esta tese aborda diretamente essa necessidade. Ao oferecer um modelo analítico conceitual e sua automação, democratiza-se o acesso à avaliação da aprendizagem de conceitos e práticas de criatividade inseridos no ensino de computação, capacitando estudantes a cultivarem suas habilidades criativas. O modelo analítico reduz o esforço de avaliação dos professores e fornece evidências para avaliar a criatividade dos aplicativos móveis criados como resultados de aprendizagem pelos estudantes. Além disso, ao disponibilizar uma ferramenta gratuita online para uso do modelo desenvolvido, promove-se a inclusão e acessibilidade, atendendo a base de usuários da comunidade de educação em computação no Brasil.

Objetivo da Pesquisa. O principal objetivo desta pesquisa é desenvolver e avaliar uma abordagem automatizada para avaliar a criatividade de aplicativos móveis criados pelos estudantes como resultado de projetos autênticos [13] no contexto do ensino de computação. Para alcançar o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos são identificados: O1. Sintetizar as abordagens do estado da arte para avaliar a criatividade de programas de computador no contexto da educação em

computação; O2. Desenvolver um modelo conceitual para avaliar a criatividade de aplicativos móveis no contexto da educação em computação com base nas dimensões identificadas na literatura; O3. Desenvolver um módulo de software para avaliar automaticamente os critérios do modelo conceitual, adotando técnicas estatísticas e de inteligência artificial; O4. Integrar o módulo de avaliação automatizada na ferramenta de avaliação CodeMaster; e O5. Avaliar o modelo por meio de uma análise estatística de sua confiabilidade e validade.

Pergunta de Pesquisa. É possível avaliar de forma automatizada a criatividade de aplicativos móveis como resultados de aprendizagem no ensino da computação de uma forma confiável e válida?

Abordagem de Pesquisa. Esta pesquisa foca na criatividade em aplicativos móveis, priorizando soluções práticas para o ensino de computação. É caracterizada como pesquisa aplicada [18], buscando identificar propriedades da criatividade e contribuir com soluções práticas por meio de métodos qualitativos e quantitativos, adaptando-se aos objetivos específicos. A pesquisa é dividida em quatro etapas, começando com a análise do estado da arte, seguida pelo desenvolvimento do modelo de avaliação conceitual adotando-se o framework *Evidence-Centered-Design* [15]. Para a implementação do modelo de avaliação automatizado, é seguido um processo de desenvolvimento iterativo e incremental [14], bem como um processo de aprendizado de máquina iterativo centrado no ser humano [3]. O modelo é integrado no CodeMaster [21]. Para avaliar a qualidade do modelo proposto foi feito um estudo de caso [22]. Os dados são analisados qualitativamente e quantitativamente em um horizonte temporal transversal, uma vez que são coletados dados de eventos dissociados no tempo.

Solução Principal. O modelo *Creassessment* é desenvolvido como solução e fornece uma abordagem abrangente para avaliar a criatividade de aplicativos móveis desenvolvidos como resultados de aprendizagem na educação em computação. São consideradas como dimensões de avaliação: a originalidade, a flexibilidade e a fluência, com base na definição clássica da literatura de medição da criatividade e do pensamento divergente [7][12]. A definição de cada dimensão é ajustada para o contexto de avaliação da criatividade de um aplicativo móvel. Assim, a fluência é medida pelo número total de componentes e blocos de programação utilizados no aplicativo. Para a flexibilidade, a diversidade de categorias desses componentes, blocos e das funcionalidades é considerada. Quanto à originalidade, as funcionalidades, componentes da interface do usuário, tópicos e tags relevantes são avaliados em comparação com aplicativos móveis existentes.

Caracterização dos Dados Coletados. Foi coletado um conjunto de dados dos concursos mensais "App do Mês" de 2016 a 2022, promovidos pela equipe do MIT App Inventor, que avaliam o design, a inovação e a criatividade [16]. Durante o período, 1.923 aplicativos foram submetidos, com 1.494 sendo únicos e fornecendo links para a Galeria do App Inventor. O código-fonte de 1.078 aplicativos foi obtido. Uma comparação dos links fornecidos pela equipe com os vencedores identificou 246 (23%) como vencedores e 832 (77%) como não vencedores do concurso.

Avaliação do Modelo. O modelo de avaliação foi avaliado quanto à sua capacidade de diferenciar aplicativos móveis criativos de aplicativos móveis não criativos de acordo com avaliadores humanos por meio da realização de um estudo de caso. Questões e objetivos de avaliação foram definidos utilizando o método *Goal/Question/Metric* [4]. Uma regressão quantílica foi usada para explorar a relação entre os grupos (vencedores/não vencedores), enquanto a confiabilidade foi analisada com o coeficiente Ômega [9]. A validade foi verificada por análise fatorial e a qualidade foi medida pela Teoria de Resposta ao Item [17]. As análises estatísticas indicam a confiabilidade, validade e qualidade do modelo, que demonstra distinção de nota entre aplicativos móveis criativos de não criativos, de acordo com avaliadores humanos [1].

Contribuições Científicas e Tecnológicas. A tese contribuiu para a ciência da computação abordando a questão fundamental: "O que pode ser automatizado (eficientemente)?" [6]. Ao desenvolver algoritmos e um módulo de software para avaliar e quantificar a criatividade em aplicações móveis, expande-se as fronteiras da automação em um domínio antes associado ao julgamento humano. A automatização da avaliação da criatividade permite análises eficientes, poupando tempo e recursos de professores no contexto da educação em computação, abrindo novos caminhos para explorar a relação entre criatividade humana e sistemas computacionais. A principal contribuição técnica é a implementação do modelo de avaliação como um pacote pip. Isso o torna facilmente instalável e utilizável, melhorando a capacidade de avaliar aspectos criativos de aplicativos. A integração com a ferramenta CodeMaster [21] agiliza o processo de avaliação contínua durante o desenvolvimento de aplicativos móveis, oferecendo a professores e estudantes a capacidade de avaliar a criatividade de seus aplicativos em qualquer momento. Esta tese não apenas avança no campo da ciência e educação em computação, mas também abre caminho para aplicações e tecnologias inovadoras que podem aproveitar e melhorar a criatividade humana de formas inovadoras, ampliando a nossa compreensão do que é possível no domínio digital.

PALAVRAS-CHAVE

Educação de computação, Brasil, EduComp

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pesquisadores associados a Fundação App Inventor/MIT, os quais forneceram apoio para a obtenção de acesso aos aplicativos do concurso Aplicativo do Mês. Os autores

expressam, ainda, sua gratidão aos revisores anônimos por seus comentários valiosos e sugestões úteis durante todo o período da tese. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

REFERÊNCIAS

- [1] Nathalia da Cruz Alves. Assessing the Creativity of Mobile Applications in Computing Education. 2023. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – PPGCC/Universidade Federal de Santa Catarina. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/251989>.
- [2] Nathalia da Cruz Alves, Christiane. Gresse von Wangenheim, Lúcia Helena Martins-Pacheco (2021). Assessing Product Creativity in Computing Education: A Systematic Mapping Study. *Informatics in Education*, 20(1), 19- 45. DOI: <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.02>.
- [3] Salema Amershi et al. 2019. Software engineering for machine learning: A case study. *International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice*. Montreal, QC, Canada: IEEE. 291-300. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP.2019.00042>.
- [4] Victor R. Basili, Gianluigi Caldiera, H. Dieter Rombach. 1994. The Goal Question Metric Approach. In *Encyclopedia of Software Engineering*. Wiley.
- [5] David Cavallo, Helena Singer, Alex S. Gomes, Ig I. Bittencourt, Ismar F. Silveira. 2016. Inovação e Criatividade na Educação Básica: Dos conceitos ao ecossistema. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(2).
- [6] Douglas E Comer, David Gries, Michael C. Mulder, Allen Tucker, A. Joe Turner, Paul R. Young. 1989. Computing as a discipline. *Communications of the ACM*, 32(1), 9-23. DOI: <https://doi.org/10.1145/63238.63239>
- [7] Joy P. Guilford. 1950. Creativity. *American Psychologist*, v. 5.
- [8] Christiane Gresse von Wangenheim, Nathalia da Cruz Alves; Miriam N. F. Ferreira, Jean C. R. Hauck. 2023. Creating Mobile Applications with App Inventor Adopting Computational Action. In *Teaching Coding in K-12 Schools: Research and Application* (pp. 305-318). Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21970-2_20.
- [9] Andrew F. Hayes, Jacob J. Coult. 2020. Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. *But... Communication Methods and Measures*, 14, 1, 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>.
- [10] James C. Kaufman, John Baer. Beyond new and appropriate Who decides what is creative? *Creativity Research Journal*, v. 24, n. 1, p. 83-91, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.649237>.
- [11] James C. Kaufman, Ronald A. Beghetto. 2009. Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology* 13, 1 (Mar. 2009), 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0013688>.
- [12] James C. Kaufman, Jonathan A. Plucker, John Baer. 2008. *Essentials of creativity assessment*. John Wiley & Sons.
- [13] Natalie Kiesler. 2022. Reviewing Constructivist Theories to Help Foster Creativity in Programming Education. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Uppsala, Sweden: IEEE. p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962699>.
- [14] Craig Larman, Victor R. Basili. 2003. Iterative and incremental developments: a brief history. *IEEE Computer*, 36, 47–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2003.1204375>
- [15] Robert J. Mislevy, Russel G. Almond, Janice F. Lukas. 2004. A Brief Introduction to Evidence-Centered Design. CSE Report 632. US Department of Education.
- [16] MIT App Inventor. 2023. App of the Month. <https://appinventor.mit.edu/explore/app-month-gallery>.
- [17] Fumiko A. Samejima. 1969. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometric Monograph*, v. 17.
- [18] Mark N. K. Saunders, Philip Lewis, Adrian Thornhill. 2019. *Research Methods for Business Students*. 8. ed. New York: Pearson.
- [19] Valerie J. Shute, Chen Sun, Jodi Asbell -Clarke. 2017. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142 -158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>.
- [20] Mike Tissenbaum, Josh Sheldon, Hal Abelson. From Computational Thinking to Computational Action. *Communications of the ACM*, 62(3), 34-36, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1145/3265747>
- [21] Universidade Federal de Santa Catarina - Computação na Escola. CodeMaster. <http://apps.computacaonaescola.ufsc.br/codemaster/>
- [22] Robert K. Yin. 2017. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. 6th. ed. Thousand Oaks: Sage.