

# Artefatos computacionais são considerados criativos?

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

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

Lúcia Helena Martins-Pacheco  
Departamento de Informática e Estatística  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/Santa Catarina/Brasil  
lucia.pacheco@ufsc.br

Adriano Ferreti Borgatto  
Departamento de Informática e Estatística  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/Santa Catarina/Brasil  
adriano.borgatto@ufsc.br

## RESUMO

A criatividade é considerada uma competência essencial do século XXI. Apesar de ser tipicamente associada às artes, ela também pode ser desenvolvida como parte da educação em computação. No entanto, essa associação com as artes pode gerar um viés, resultando em dificuldade no reconhecimento da criatividade em artefatos típicos de computação. Isso pode desestimular professores e alunos que buscam desenvolver artefatos computacionais criativos. Assim, este artigo investiga um potencial viés artístico sobre a percepção da criatividade em artefatos computacionais com base em um *survey* com 213 professores e alunos de computação. Os resultados indicam que a percepção da criatividade nos artefatos computacionais tende a ficar atenuada devido a um viés associado às artes. Os resultados deste estudo podem ser utilizados para motivar maior reconhecimento da criatividade em artefatos computacionais, auxiliando pesquisadores e professores a promover o desenvolvimento da criatividade como parte do ensino de computação.

## CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

## PALAVRAS-CHAVE

Criatividade, Percepção, *Survey*, Crenças implícitas, Conceito leigo

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a criatividade é considerada uma das principais competências do século XXI, essencial para o sucesso profissional

e pessoal [1, 2]. Isso se tornou mais evidente devido às mudanças impulsionadas pela Inteligência Artificial (IA), nas quais as profissões que exigem um alto grau de criatividade são as menos prováveis de serem automatizadas [3]. Desta forma, o desenvolvimento da criatividade é desejável desde a educação básica, de forma a preparar os alunos como cidadãos aptos para lidar com os desafios do século XXI [1, 4, 5].

A criatividade é tradicionalmente associada às artes, música e literatura, o que pode levar a consequências práticas, incluindo a dificuldade de promovê-la no contexto fora dessas áreas, como a computação [6]. Entretanto, a criatividade pode ser desenvolvida transversalmente em diversas áreas de ensino [7], incluindo a educação em computação [8, 9, 10]. O ensino de computação por meio uma abordagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*) na qual os alunos criam artefatos computacionais pode permitir que os alunos expressem suas ideias de forma criativa [11]. A computação também pode desenvolver habilidades e competências, como imaginação, visualização, abstração, para resolver problemas de forma criativa [12, 13]. Além disso, as habilidades criativas auxiliam na resolução de problemas algorítmicos/computacionais, pois permitem que estudantes criem artefatos computacionais e desenvolvam novos conhecimentos [14]. O desenvolvimento da criatividade como parte do ensino de computação pode ser feito a partir da educação básica, oferecendo oportunidades para que estudantes se envolvam no desenvolvimento de artefatos de computação criativos [8], incluindo, mais recentemente, também a criação de soluções inteligentes usando IA [15].

Apesar de o ensino de computação permitir que os alunos aprendam a desenvolver artefatos computacionais criativos (originais, úteis e de qualidade), evoluindo sua criatividade, tais artefatos computacionais muitas vezes são menos percebidos como criativos do que, por exemplo, artefatos de arte. Essa percepção é conhecida como viés artístico e pode existir em diferentes atores do ecossistema educacional, podendo impactar negativamente a compreensão do potencial criativo de estudantes [16], bem como os esforços de professores em abordar essas competências como parte da educação em computação. Isso pode

---

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

*EduComp'22, Abril 24-29, 2022, Feira de Santana, Bahia, Brasil (On-line)*

© 2022 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

resultar em, por exemplo, métodos de avaliação que diminuam ou inibem completamente a expressão criativa de estudantes [36].

Recentemente, surgiram pesquisas enfocando a identificação desse viés em diferentes áreas [16, 24, 31, 32], porém, sem concentrar-se no contexto da educação em computação, especialmente, nos professores e alunos de computação e nos artefatos computacionais. Portanto, este estudo visa analisar a pergunta de pesquisa se existe um potencial viés artístico nas percepções de alunos e professores sobre a criatividade no contexto do ensino de computação e de artefatos computacionais com base em um total de 213 respostas coletadas por meio de um *survey*. As contribuições desta pesquisa incluem resultados que indicam um viés artístico, além do instrumento de medição e seus respectivos itens desenvolvidos para este estudo, que podem ser replicados por outros trabalhos.

## 2 CRIATIVIDADE

Existem diversas definições de criatividade na literatura, as quais podem focar diferentes aspectos, como artefatos, processos, ambientes ou pessoas [10]. Esta pesquisa enfoca a percepção criativa tanto do artefato (computacional) como do seu respectivo processo de desenvolvimento no contexto do ensino de computação por parte de professores e alunos. Assim, a definição de criatividade é derivada a partir de Plucker et al. [37] (com a adição da característica de qualidade do artefato):

A criatividade é a interação entre a *habilidade*, o *processo* e o *ambiente* pelos quais um *indivíduo* ou um *grupo* cria um *artefato perceptível* que é *novo*, *útil* e de *qualidade* conforme definido dentro de um *contexto social*.

### 2.1 Criatividade no ensino de computação

O ensino de computação, especialmente na educação básica, é tipicamente feito por meio de métodos ativos, usando, por exemplo, o ciclo *use-modifique-crie* [17, 18] para a aprendizagem de conceitos e práticas de computação de forma progressiva e criativa. Neste ciclo, os alunos iniciam a aprendizagem primeiro *usando* um artefato computacional, depois *modificando* o artefato e eventualmente *criando* novos artefatos. Essa progressão permite que o aluno faça uma transição natural da utilização de um artefato predefinido para construção de um artefato novo de forma criativa. Neste contexto, é importante ir além da programação apenas e do uso de artefatos computacionais seguindo tutoriais predefinidos, os quais não proporcionam oportunidades para uma compreensão e desenvolvimento da criatividade mais profundos [19]. Além disso, a adoção de uma estratégia de *ação computacional* [20] permite aos alunos aprender conceitos de computação enquanto criam artefatos significativos que podem ter um impacto direto em suas vidas e suas comunidades, motivando-os a expressarem sua criatividade por meio do desenvolvimento de artefatos computacionais. Assim, considerando artefatos criativos como aqueles que são originais, úteis e bem-feitos [10], os artefatos produzidos pelos alunos no

ensino de computação, como jogos, aplicativos móveis ou sistemas inteligentes também têm o potencial de expressar criatividade por meio da criação de algo novo que tenha "originalidade e significado" (*little-c*) [21] [22], com base no modelo *Four-C* de Kaufman e Beghetto [23].

Diversos estudos apontam para o viés que associa fortemente criatividade às artes, entretanto, no século XXI essa habilidade é demandada para diversas outras áreas [16]. Em especial, o ensino de computação, normalmente associado a raciocínios lógicos e matemáticos formais, deve abrir-se para incorporar a criatividade como uma possibilidade de ampliação do repertório de solução de problemas e de maior engajamento dos alunos. Para isso, é necessário compreender os fatores que levam à percepção equivocada da criatividade por parte dos professores [24], do público em geral [16] e em outras disciplinas [25] no contexto do ensino de computação. Visa-se, assim, identificar os possíveis vieses que subestimem as iniciativas em desenvolver a criatividade dos alunos [26] como parte do processo de ensino-aprendizagem de computação.

### 2.2 Crenças e teorias implícitas da criatividade e viés artístico

Segundo Runco [26], as teorias implícitas são uma espécie de conhecimento tácito, ou seja, uma compreensão pessoal sobre o mundo que é adquirida de forma não explícita ou não declarada. No mesmo sentido, crenças e teorias implícitas referem-se à tendência de alguém ser influenciado por esse conhecimento sobre o mundo ao avaliar conclusões, resultando em aceitá-las como verdadeiras por serem críveis e não por serem logicamente válidas. Esse entendimento é importante para apoiar este estudo, pois as teorias implícitas estão relacionadas aos padrões usados para fazer muitos julgamentos - incluindo julgamentos sobre criatividade [26].

Em geral, as pessoas parecem ter desenvolvido algumas crenças sobre a criatividade com base em teorias implícitas e de senso comum [26], que podem influenciar diretamente a criatividade e os julgamentos de criatividade [27]. Apesar de existirem diversas pesquisas na literatura sobre o constructo de criatividade em si, poucas enfocam nas crenças implícitas e conceitos leigos das pessoas sobre a criatividade, que envolvem a concepção ou conceituação daquele que não é especialista no assunto, muitas vezes vinculadas ao pensamento de senso comum, enviesando a percepção da criatividade de artefatos e produtos em geral [27]. Uma crença implícita da criatividade frequentemente aparece associada a um "viés artístico" [28] [29] que se refere à "tendência de pensar a criatividade em termos de formas estéticas, como pintura, música, poesia e teatro" [29]. Durante o século XX, esta definição foi expandida para abranger diversas atividades, como artesanato, manufatura e tecnologia. Esta tendência de associar à criatividade com as artes tem sido descrita como uma incompreensão do constructo de criatividade [28]. Isso acaba refletindo em um conceito desatualizado, considerado por alguns como elitista [16] e que deveria ser modificado. Apesar da criatividade ter adquirido um aspecto "utilitário", especialmente relacionado às soluções tecnológicas, esse viés artístico ainda permanece [29].

Existem controvérsias sobre a “natureza democrática da criatividade” e as visões mais elitistas do “gênio romântico” da criatividade, correspondendo à distinção feita entre a criatividade do *little-c* (com pequeno impacto no dia-a-dia) e do *Big-C* (com grande impacto na sociedade e na história) [21]. Esta distinção está no centro dos debates sobre até que ponto o currículo artístico nas escolas deve incluir tanto a arte “baixa” como a “alta” (elitista). Isso acaba afetando as questões relativas à avaliação das habilidades relacionadas à criatividade dos alunos. Essa compreensão elitista tem sido desafiada repetidamente, e atualmente há um interesse crescente no campo pela criatividade cotidiana [22].

Em um contexto educacional, esses vieses, especialmente o viés artístico, afetam não apenas os professores, mas também os alunos, visto que eles raramente baseiam seus julgamentos e ações em teorias formais de criatividade [30]. Portanto, isso traz dificuldades para aqueles que tentam desenvolver a criatividade em áreas não diretamente associada às áreas artísticas, como na computação. Por exemplo, professores que possuem um viés artístico podem ter menor propensão a propor atividades enfocadas no desenvolvimento da criatividade em áreas não artísticas, além de não as considerar adequadas por estarem fora do contexto de artes [6, 16].

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Existem vários estudos enfocando o constructo da criatividade e abordagens para identificar e promover a criatividade, mas poucos analisam crenças implícitas das pessoas sobre a criatividade.

Mullet et al. [31] realizou uma revisão da literatura na qual encontrou 18 estudos sobre as percepções de professores de diferentes áreas sobre a criatividade entre 1999 a 2015 e identificou algumas questões negativas subjacentes, incluindo a visão de que criatividade é sinônimo de artes. Glăveanu [16] realizou um *survey* com 195 profissionais de diversas áreas para identificar a associação entre criatividade e artes como parte de um viés artístico. Os resultados demonstraram que o viés artístico era apenas parcial e dependia de elementos contextuais [16]. Tang et al. [32] analisaram teorias implícitas sobre a criatividade enfocando a personalidade de pessoas em ciência da computação com um total de 2.040 participantes dos Estados Unidos e China. Os resultados demonstraram crenças implícitas de que cientistas da computação criativos possuem quatro características: inteligência, habilidades sociais, pensamento criativo e um “lado negro”. Os autores identificaram que os participantes dos Estados Unidos, quando pensam em uma pessoa criativa, é mais provável que pensem em alguém nas artes do que em alguém nas ciências [32]. Patston et al. [24] estudaram o viés artístico na criatividade com 2.485 professores de diferentes áreas em sete países. Esse estudo consistiu em um *survey* adotando a escala *Art Bias* (43 itens) com enfoque geral na educação e a escala de autoavaliação da criatividade (14 itens). Os resultados demonstraram uma tendência abaixo do esperado para o viés artístico na criatividade em geral; no entanto, o grupo de professores de matemática e ciências teve um valor médio mais alto na pontuação do viés artístico do que professores de demais áreas. Patston et al. [24] reiteram que uma atenção especial deve ser dada para garantir que os professores de disciplinas STEM (Ciência, Tecnologia,

Engenharia e Matemática) tenham oportunidades de compreender o papel que a criatividade desempenha na solução de problemas científicos e tecnológicos [24]. Não foram encontrados na literatura estudos enfocando especificamente o viés artístico sobre a percepção da criatividade de artefatos computacionais dentro do contexto de ensino de computação.

### 4 DEFINIÇÃO E EXECUÇÃO DO ESTUDO

Com o objetivo de identificar se há um viés artístico relacionado à percepção da criatividade de artefatos computacionais, este estudo avalia as crenças implícitas de professores e alunos de computação por meio de um *survey*.

**Pergunta de pesquisa.** Os professores e/ou estudantes de computação possuem um viés artístico em relação à criatividade no contexto do ensino de computação e de artefatos computacionais?

Esta questão de pesquisa foi refinada em questões de análise:

QA1. Existe concordância sobre a percepção de criatividade entre obras de arte criadas por humanos e artefatos computacionais?

QA2. A probabilidade de concordância forte que a criatividade pode ser observada em artefatos de arte tradicionais é maior do que em artefatos de computação (e outros)?

QA3. A probabilidade de rejeitar itens com viés artístico é maior do que rejeitar itens sem este viés?

**Participantes.** A pergunta de pesquisa foi desdobrada por meio de um *survey*. Alunos e professores de computação no Brasil foram convidados por meio de listas de e-mail e redes sociais a responderem o *survey* em junho de 2021. Um total de 213 pessoas responderam voluntariamente ao *survey*. Dessas, 152 pessoas eram/haviam sido estudantes e 61 eram professores.

**Itens.** A partir das questões de análise, foram definidos itens sobre i) a Percepção da Criatividade (PC) em geral e ii) a Percepção da Criatividade em Artefatos (PCA) em geral (Tabela 1).

Os participantes foram solicitados a responder aos itens usando uma escala tipo Likert de cinco pontos, para indicar até que ponto eles concordam com as afirmações sobre sua percepção da criatividade e de artefatos no contexto da educação em computação. Os itens PC1 a PC6 da escala de percepção da criatividade (PC) são derivados dos itens da escala de viés artístico (*Art Bias Scale*) [24], na qual foram adicionados cinco itens (PC7 a PC11) especificamente relacionados à computação. Para considerações práticas, os itens PC1 a PC7, PC9 e PC11 (Tabela 1) são considerados como confirmatórios de um viés artístico, pois a concordância indica viés artístico e a discordância indica falta de viés artístico. Por outro lado, os itens PC8 e PC10 são considerados como confirmatórios da falta de viés artístico, pois a concordância indica uma tendência do participante a considerar que é possível ser criativo também na computação.

O item PCA1 é inserido como um item âncora para identificar o nível de criatividade que os participantes atribuem a obras de artes tradicionais criadas por humanos. Em relação aos artefatos computacionais, são incluídos os itens PCA2 representando aplicativos móveis de celular, por exemplo, o aplicativo Duolingo, PCA4 representando jogos digitais, por exemplo, o jogo Minecraft, e PCA6 representando um sistema computacional usando

Inteligência Artificial, por exemplo, a assistente virtual Alexa. Também foi incluído o item PCA7 representando obras de arte criadas por computadores, reconhecendo o potencial atual do aprendizado de máquina para permitir que as máquinas “aprendam” a produzir artefatos artísticos, também conhecido como criatividade computacional [33], analisando se artefatos artísticos criados pelos computadores de forma autônoma também são percebidos como criativos.

**Tabela 1: Instrumento de medição - itens do survey**

Para cada frase, selecione uma opção de resposta de acordo com sua percepção. Consideramos como Artes: música, pintura, literatura, escultura, teatro.	
Escala de Percepção da Criatividade (PC)	PC1. A criatividade é melhor demonstrada no processo de criação de uma obra de Arte
	PC2. Estudantes não devem ousar quando estão sendo avaliados em suas atividades artísticas
	PC3. A criatividade refere-se apenas à performance musical ou à criação de obras de Arte
	PC4. Adquirir conhecimentos básicos nas Artes é mais importante do que fomentar a criatividade
	PC5. A expressão criativa é restrita às Artes
	PC6. A criatividade se refere apenas à composição musical ou à criação original de obras de Arte
	PC7. A criatividade não é comum nas áreas tecnológicas
	PC8. Um algoritmo pode ser uma expressão de criatividade
	PC9. Um artefato com inteligência artificial não é criativo
	PC10. É possível ser criativo na solução de problemas computacionais
	PC11. A criatividade não se expressa por meio de artefatos computacionais (p.ex. apps, sistemas web, etc.)
A criatividade pode ser observada em um(a)	
Escala de Percepção da Criatividade em Artefatos	PCA1. Obra de arte criada por humano
	PCA2. Aplicativo móvel de celular
	PCA3. Utensílio doméstico
	PCA4. Jogo digital
	PCA5. Texto literário
	PCA6. Sistema computacional usando Inteligência Artificial
	PCA7. Obra de arte criada por um computador
	PCA8. Solução para um problema no dia-a-dia
	PCA9. Música
	PCA10. Desenho de um logo

Os itens PCA5 e PCA9 referem-se a dois artefatos artísticos tradicionais, com PCA5 representando especificamente um texto literário, por exemplo, uma obra de Machado de Assis, e o PCA9 representando uma música, por exemplo, Águas de Março interpretada por Elis Regina e Tom Jobim. Embora a criatividade pareça estar menos associada ao design, existem diversas

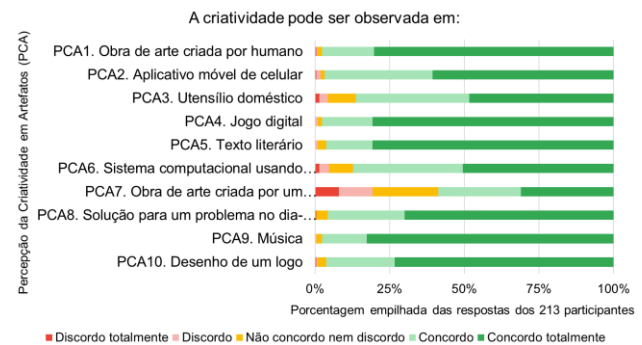
pesquisas sobre a criatividade de soluções de design, como logos e design de utensílios. Consequentemente, também foram incluídos os itens PCA10 representando um logo, por exemplo, o logo da empresa VAIO, e PCA3 representando um utensílio doméstico, por exemplo, o espremedor de limão de Philippe Starck. Dado o potencial de criatividade também nas soluções para problemas do dia-a-dia [23], foi incluído o item PCA8.

Foram calculados os coeficientes alfa de Cronbach e de correlação para todos os itens de ambas as escalas PC e PCA. A escala PC apresentou sólida confiabilidade, com alfa de Cronbach de 0,78. As correlações item-total corrigidas variaram de  $r = 0,16$  a  $r = 0,73$ . Os 10 itens da escala PCA também apresentaram boa confiabilidade com Alfa de Cronbach de 0,8. As correlações item-total corrigidas variaram de  $r = 0,26$  a  $r = 0,65$ .

## 5 RESULTADOS

Considerando as duas escalas enfocando diferentes aspectos (PCA e PC), foi realizada inicialmente uma análise da distribuição de frequência das respostas.

**Percepção da Criatividade em Artefatos (PCA).** Em relação aos itens relacionados à PCA, observou-se que todos os itens relacionados às Artes receberam mais de 75% de respostas de "concordo totalmente" (Figura 1), especialmente o item PCA1 (relacionado à obra de arte criada por humano), PCA5 (relacionado à literatura) e PCA9 (relacionado à música). Em relação aos artefatos computacionais, observou-se um grande número de respostas concordando que a criatividade pode ser observada no item PCA4 (jogo digital) (Figura 1), confirmando um crescente corpo de evidências na literatura que considera jogos digitais também como uma forma de arte [34]. Por outro lado, os itens PCA2, relacionado a aplicativos móveis, e PCA6, relacionado a sistemas computacionais com IA, são considerados artefatos nos quais a criatividade é menos percebida do que itens tradicionais de artes (PCA1, PCA5 e PCA9) (Figura 1).



**Figura 1: Distribuição de respostas sobre itens PCA**

O item PCA10 referente ao desenho de um logo é considerado um artefato que permite a observação da criatividade em maior grau do que no item PCA3 representando utensílios domésticos (Figura 1). Enquanto o item PCA8, referente às soluções para os problemas do dia-a-dia, foi notadamente considerado que a criatividade pode ser observada pela maioria dos participantes, o

item PCA7 (obra de arte criada por um computador) foi o menos considerado como passível de observação da criatividade (Figura 1). Isso parece apontar que mesmo os artefatos artísticos precisam ter sido criados por humanos para serem percebidos como criativos.

**Percepção da criatividade (PC).** Em relação aos itens relacionados à PC, observou-se que o item PC1, que representa o viés artístico e uma concepção elitista [16] da criatividade, tem maior percepção dentre todos os itens cujas respostas “concordo” e “concordo totalmente” também demonstram algum viés, como os itens PC2 a PC7, PC9 e PC11 (Figura 2). Por outro lado, os itens PC8 e PC10, cujas respostas “concordo” e “concordo totalmente” não demonstram viés artístico, apresentam percepção não viesada da criatividade dentro do contexto da computação, sendo em maior grau o PC10, que está mais relacionado à criatividade dentro do processo de solução de problemas computacionais do que do artefato, como um algoritmo no item PC8. Dentre os demais itens, observa-se maior quantidade de respostas “discordo” e “discordo totalmente” nos itens PC3, PC5 e PC6, que representam explicitamente o viés artístico. O item PC11 também apresenta uma alta quantidade de respostas “discordo” e “discordo totalmente”, indicando que os participantes acreditam que a criatividade pode ser também expressa por meio de artefatos computacionais. Observou-se uma discordância forte (“discordo totalmente”) menor nos itens PC2, PC4, PC7 e PC9, que estão relacionados tanto a um viés artístico (PC2 e PC4) quanto a presença da criatividade dentro da computação e seus artefatos.

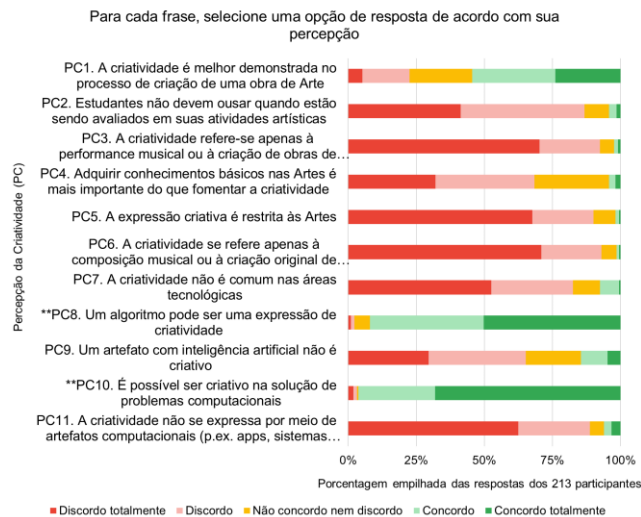


Figura 2: Distribuição de respostas sobre itens PC

## 5.1 Existe concordância sobre a percepção de criatividade entre obras de arte criadas por humanos e artefatos computacionais?

Para responder esta pergunta, foram computadas as proporções de concordância forte (“concordo totalmente”) em ambos itens PCA1 (obra de arte criada por humano) e os demais por meio de uma tabela de referência cruzada (*crossstab*) (Tabela 2).

Em relação aos artefatos computacionais, comparando o PCA2 (aplicativo móvel) com o artefato tradicional PCA1 (obra de arte criada por humanos), observa-se que embora muitos participantes “concordem totalmente” que a criatividade pode ser observada em ambos (57,75%), há uma grande diferença de pontos percentuais quando comparada a itens relacionados a artefatos de arte típicos, como literatura (PCA5) e música (PCA9) (Tabela 2). A concordância entre PCA1 e artefatos de arte típicos (PCA5 e PCA9) apresentam a maior proporção em “concordo totalmente” para os pares PCA5 e PCA1 (76,06%) e PCA9 e PCA1 (76,53 %). Isso indica que os participantes podem ter crenças implícitas de que para um artefato ser considerado criativo ele deve ser um artefato artístico tradicional, i.e., uma obra de arte. O mesmo padrão pode ser observado em maior grau ao analisar PCA6 (sistema computacional usando IA).

Tabela 2: *Crosstab* de concordância forte entre PCA1 e demais itens

A criatividade pode ser observada em uma obra de arte criada por humano (PCA1) e em um(a):	Porcentagem de concordância forte*
PCA2. Aplicativo móvel de celular	57.75%
PCA3. Utensílio doméstico	46.01%
PCA4. Jogo digital	<b>73.24%</b>
PCA5. Texto literário	<b>76.06%</b>
PCA6. Sistema computacional usando IA	43.87%
PCA7. Obra de arte criada por um computador	27.23%
PCA8. Solução para um problema no dia-a-dia	63.85%
PCA9. Música	<b>76.53%</b>
PCA10. Desenho de um logo	69.48%

\* valores com porcentagem acima de 70% estão em negrito para facilitar identificação

Por outro lado, observa-se que o apenas o item PCA4, jogo digital, apresentou concordância semelhante aos artefatos típicos de arte (Tabela 2). No entanto, isso pode ser explicado devido ao jogo digital poder ser considerado uma forma de arte, que pode ser avaliada a partir de uma variedade de perspectivas estéticas [34],

Por fim, considerando o item PCA7 (obra de arte criada por um computador), menos participantes “concordam totalmente” que a criatividade pode ser observada tanto no PCA1 quanto no PCA7 com a menor proporção entre todos os pares (27,23%). Isso indica que os participantes podem ter crenças implícitas de que um artefato deve ser criado por um humano para ser considerado criativo.

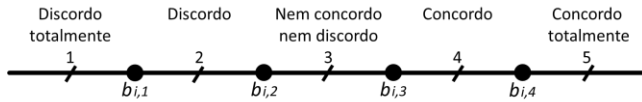
## 5.2 A probabilidade de concordância forte que a criatividade pode ser observada em artefatos de arte tradicionais é maior do que em artefatos de computação (e outros)?

Para analisar as probabilidades de concordância forte (“concordo totalmente”) foi adotado o Modelo de Resposta Graduada (MRG) da Teoria de Resposta ao Item (TRI) [35], considerando que os itens consistem em cinco categorias de resposta que medem

concepções de viés da criatividade na educação em computação. O MRG é definido como:

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{i,k})}}$$

onde  $P_{i,k}^+(\theta_j)$  é a probabilidade de um indivíduo  $j$  com o traço latente  $\theta$  de escolher a  $k$ -ésima categoria ou superior do item  $i$ ,  $a_i$  representa o parâmetro de inclinação do item  $i$  e  $b_{i,k}$  são pontos entre as  $k$ -ésimas categorias adjacentes do item  $i$ . Como todos os itens são respondidos em uma escala tipo Likert de cinco categorias, existem quatro parâmetros  $b$ 's (Figura 3).



**Figura 3: Parâmetros de posição (b's) para itens com 5 categorias adjacentes como em uma escala tipo Likert**

Foram estimados os parâmetros de inclinação ( $a$ ) e de posição ( $b$ 's) de todos os itens de percepção da criatividade em artefatos (PCA) e de percepção da criatividade (PC) juntos. A métrica é estabelecida definindo os parâmetros da população para uma média de 0 e um desvio padrão de 1, ou seja, em uma escala (0,1).

**Tabela 3: Parâmetros da TRI para os itens PCA**

Item	$a$ (EP)	$b_i^*$ (EP)
PCA1. Obra de arte criada por humano	3,578 (0,729)	<b>-0,983</b> (0,111)
PCA2. Aplicativo móvel de celular	2,681 (0,417)	-0,410 (0,103)
PCA3. Utensílio doméstico	1,739 (0,257)	-0,027 (0,122)
PCA4. Jogo digital	3,422 (0,657)	<b>-1,025</b> (0,114)
PCA5. Texto literário	5,673 (1,427)	<b>-0,955</b> (0,099)
PCA6. Sistema computacional usando Inteligência Artificial	0,916 (0,181)	-0,084 (0,177)
PCA7. Obra de arte criada por um computador	0,515 (0,143)	1,592 (0,520)
PCA8. Solução para um problema no dia-a-dia	2,128 (0,359)	-0,730 (0,121)
PCA9. Música	3,278 (0,663)	<b>-1,087</b> (0,121)
PCA10. Desenho de um logo	3,784 (0,661)	-0,772 (0,100)

EP = erro-padrão

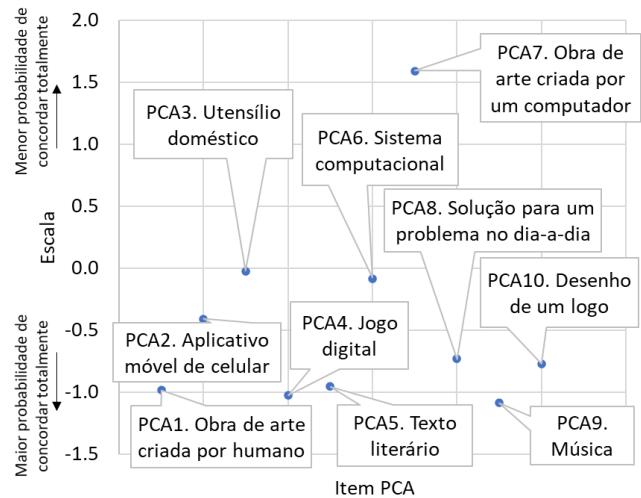
\* valores de  $b_i$  menores que -0,9 estão marcados em negrito para facilitar identificação

Seguindo a TRI, os parâmetros  $a$  e  $b$  podem teoricamente assumir qualquer valor real entre  $-\infty$  e  $+\infty$ . No entanto, um valor negativo para o parâmetro de inclinação ( $a$ ) só é esperado se o item for invertido (como nos itens PC1 a PC7, PC9 e PC11) e os valores de  $|a| > 0,7$  indicam que existe correlação de itens com o traço latente. Para os parâmetros  $b$ , valores próximos ou dentro do intervalo  $[-5, 5]$  são esperados. Além disso, valores negativos para

o parâmetro  $b_i$  indicam que um item está posicionado abaixo da média dos participantes e é, portanto, mais *provável* de os participantes *concordarem totalmente*. Por outro lado, valores positivos para o parâmetro  $b_i$  indicam que um item está posicionado acima da média e é mais difícil de os participantes *concordarem totalmente*. Em relação à Percepção da Criatividade em Artefatos (PCA), considerando a probabilidade de concordância (“concordo” e “concordo totalmente”) dos itens, especialmente o limiar para concordar totalmente, a Tabela 3 apresenta os parâmetros  $b_i$  dos itens.

Observa-se que os valores dos parâmetros de inclinação variaram entre 0,515 e 5,673 com um pequeno erro-padrão (EP) para todos os itens, exceto para o item PCA5, que apresentou um alto EP (Tabela 3). Todos os itens possuem  $|a| > 0,7$ , exceto item PCA7 ( $a = 0,515$ ), indicando que este item pode não estar correlacionado com o traço latente. Isso pode ser porque a ideia de um artefato criativo criado por um computador parece estar muito distante dos artefatos criativos criados por humanos. Os parâmetros de posição  $b_i$  variaram entre -1,087 e 1,592 com um EP de ordem de magnitude similar (entre 0,099 e 0,520).

Os resultados demonstram que os artefatos que parecem ser mais fáceis de “concordar totalmente” que a criatividade pode ser observada são respectivamente PCA9 (música), PCA4 (jogo digital), PCA1 (obra de arte criada por um humano) e PCA5 (texto literário). Exceto pelo item PC4, um artefato de computação que também pode ser considerado uma forma de arte [34], todos os outros itens estão relacionados a artefatos de arte tradicionais, confirmando que a probabilidade de concordância forte de que a criatividade pode ser observada em artefatos tipicamente artísticos é maior do que em relação a outros artefatos.



**Figura 4: Parâmetros de posição ( $b_i$ ) denotando concordância forte de que a criatividade pode ser observada em itens PCA**

Observa-se que os demais artefatos de computação (PCA2 e PCA6) são mais difíceis de serem percebidos como criativos do que os relacionados às artes. O item PCA7 (obra de arte criada por um



computador) apresentou o maior parâmetro  $b_4$ , indicando a menor probabilidade de concordar que a criatividade pode ser observada neste tipo de artefato do que os produzidos por humanos (Figura 3). É importante notar, porém, que este item apresenta um EP com uma ordem de magnitude maior do que o EP de todos os demais itens, além de apresentar também  $|a| < 0,7$  (Tabela 3).

### 5.3 A probabilidade de discordar de itens com viés artístico é similar da de itens que excluem a criatividade a computação?

Para analisar as probabilidades de discordância de itens com viés artísticos foram analisados os itens PC1 a PC6. Para analisar a discordância de itens que excluem a criatividade da computação foram analisados os itens PC7 a PC11, sendo que os itens PC8 e PC10 foram invertidos para facilitar a interpretação dos resultados. Assim, a análise é feita sobre o parâmetro  $b_1$  – posição na qual a probabilidade de “discordo totalmente” ser maior do que “discordo”, exceto para os itens PC8 e PC10 que estão invertidos, por esta razão é analisado o parâmetro  $b_4$ .

Os valores obtidos para o parâmetro de inclinação ( $a$ ) dos itens variaram entre -1,974 e 1,647 e ficaram com valores  $|a| > 0,7$ , exceto o item PC1, que pode indicar falta de correlação com o traço latente. Todos os itens também apresentaram um pequeno erro-padrão (EP), novamente, exceto o item PC1 (Tabela 4). O parâmetro de posição  $b$  variou entre -0,803 e 1,165 com um EP de ordem de magnitude similar, exceto pelo item PC1 que obteve um valor atípico para o parâmetro  $b_1$  (8,365) e um alto Erro-Padrão. Por esta razão o item PC1 é excluído desta análise.

Analisando os resultados (Tabela 4), pode-se inferir que os itens com viés artístico mais fáceis de “discordar totalmente” são PC3 ( $b_1 = -0,803$ ), PC5 ( $b_1 = -0,768$ ) e PC6 ( $b_1 = -0,773$ ). Dentre os itens relacionados à computação, apenas o item PC10 apresenta valor similar ( $b_4 = -0,794$ ). Isso mostra que é mais provável “discordar totalmente” dos itens que limitam a criatividade às artes

do que de itens nos quais a criatividade não está associada à computação (Figura 5). Considerando também os resultados dos itens invertidos (PC8 e PC10), pode-se inferir que é mais provável “concordar totalmente” com PC10 ( $b_4 = -0,794$ ), um item mais relacionado ao processo de resolução de problemas, do que com o item PC8 ( $b_4 = -0,072$ ), um item mais relacionado a um artefato de computação concreto (algoritmo) (Figura 4).

Tabela 4: Parâmetros da TRI para os itens PC

Item	a (EP)	b <sub>1</sub> (EP)
PC1. A criatividade é melhor demonstrada no processo de criação de uma obra de Arte	-0.354 (0.140)	8.365 (3.318)
PC2. Estudantes não devem ousar quando estão sendo avaliados em suas atividades artísticas	-0.946 (0.184)	0.412 (0.189)
PC3. A criatividade refere-se apenas à performance musical ou à criação de obras de Arte	-1.681 (0.300)	<b>-0.803</b> (0.141)
PC4. Adquirir conhecimentos básicos nas Artes é mais importante do que fomentar a criatividade	-0.726 (0.158)	1.165 (0.313)
PC5. A expressão criativa é restrita às Artes	-1.355 (0.251)	<b>-0.768</b> (0.159)
PC6. A criatividade se refere apenas à composição musical ou à criação original de obras de Arte	-1.974 (0.343)	<b>-0.773</b> (0.127)
PC7. A criatividade não é comum nas áreas tecnológicas	-0.976 (0.188)	-0.146 (0.168)
PC8. Um algoritmo pode ser uma expressão de criatividade *	1.647 (0.251)	-0.072 (0.124)
PC9. Um artefato com inteligência artificial não é criativo	-0.740 (0.159)	1.232 (0.330)
PC10. É possível ser criativo na solução de problemas computacionais *	1.456 (0.258)	<b>-0.794</b> (0.151)
PC11. A criatividade não se expressa por meio de artefatos computacionais (p.ex. apps, sistemas web, etc.)	-1.643 (0.265)	-0.509 (0.128)

EP = erro-padrão

\* item invertido, valor na coluna b refere-se a  $b_4$ .

\*\* valores de b menores que -0,7 estão marcados em negrito para facilitar identificação

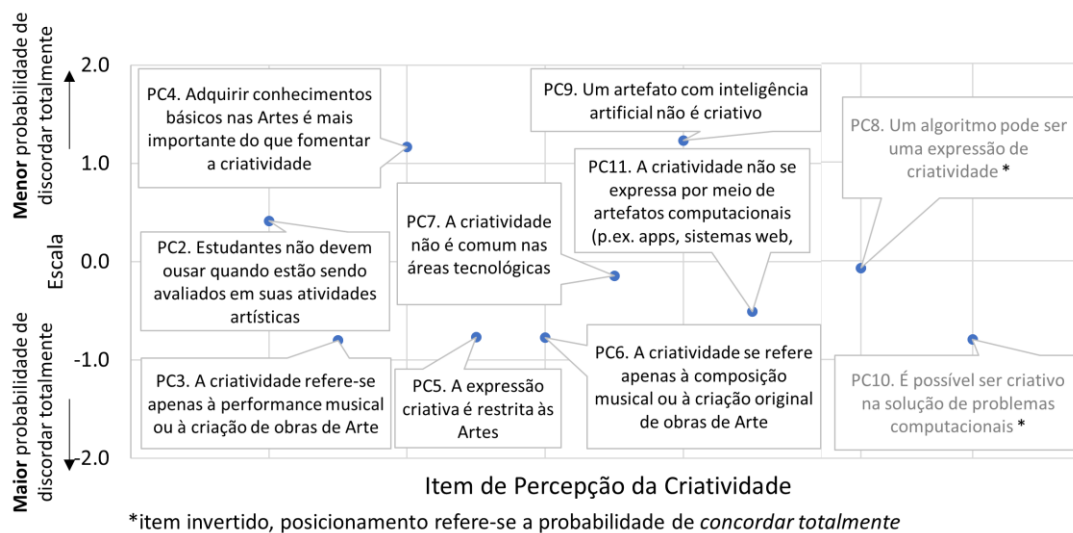


Figura 5: Parâmetros de posição para itens de Percepção da Criatividade (PC)

## 5.4 Discussão

Os resultados deste estudo demonstram a existência de um viés artístico professores e alunos (mesmo pequeno em certos itens) em relação à percepção da criatividade em artefatos computacionais e na computação. Observou-se que os artefatos criados por humanos e relacionados às artes tradicionais foram geralmente percebidos como mais criativos do que outros tipos de artefatos. Artefatos de computação foram, estatisticamente, considerados em menor grau como expressão da criatividade, com exceção de jogos digitais, que também são considerados uma forma de arte segundo a literatura [34]. No contexto de ensino de computação, apesar de alguns artefatos, como aplicativos móveis, poderem ser bastante originais, úteis e bem feitos, eles são menos reconhecidos como criativos, inclusive menos do que as soluções para os problemas do dia-a-dia. Observou-se que sistemas de computador que usam IA também são menos percebidos como criativos, embora atualmente esteja surgindo uma grande variedade de sistemas de IA inovadores.

Os resultados também apontam outra variável (humano vs. máquina) como um potencial diferenciador para a percepção da criatividade, pois uma obra de arte criada por computador foi um dos artefatos menos reconhecidos como criativo. Isso mostra que, apesar de atualmente os computadores já serem capazes de criar obras de arte “originais”, elas ainda parecem não ser reconhecidas como criativas.

Considerando a limitação da criatividade nas artes, observou-se que apesar de os participantes discordarem dessa limitação, isso não significa necessariamente o reconhecimento da criatividade em artefatos típicos da computação, pois essa discordância se mostrou em maior grau do que em itens que dissociam a criatividade da computação e seus artefatos. Além disso, a criatividade em sistemas de computação que usam IA parece estar entre as menos reconhecidas.

Esses resultados indicam que os esforços para integrar/inserir o desenvolvimento da criatividade na educação em computação podem ser dificultados, ou até mesmo impedidos, devido às crenças implícitas de professores e alunos da computação. Considerando o grande potencial do ensino de computação em contribuir para o desenvolvimento da criatividade sendo uma competência essencial do século 21, pode ser importante enfatizar esse potencial da computação no desenvolvimento da criatividade. Uma forma de transformar as crenças implícitas de professores e alunos de computação sobre este tema, pode ser estimulando o desenvolvimento artefatos computacionais criativos, ilustrando e reconhecendo mais explicitamente em que grau os artefatos computacionais criados como resultados de aprendizagem podem representar artefatos originais, úteis e bem feitos, características essenciais de artefatos criativos.

**Ameaças à validade.** Este trabalho está sujeito a várias ameaças à validade. Os resultados apresentados são limitados pela definição e seleção de itens utilizados. Neste sentido, para minimizar ameaças à validade, adotou-se itens de um instrumento previamente validado na literatura (*Art Bias Scale* [24]), bem como itens adicionais cuidadosamente derivados e relacionados com o

domínio da computação. Em relação ao tamanho da amostra, apesar do tamanho ser suficiente para estimar com sucesso a maioria dos parâmetros da TRI, todos os participantes são brasileiros, o que pode ter gerado um viés geográfico e monocultural. Além disso, os diferentes níveis educacionais e origens da amostra não foram controlados. Apesar dessas ressalvas, este estudo ainda fornece primeiras indicações importantes sobre teorias e crenças implícitas de artefatos criativos de uma perspectiva de parte da comunidade de educação em computação no Brasil.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo fornecem suporte inicial da existência de um viés artístico (mesmo pequeno em determinados itens) sobre a percepção da criatividade no contexto da educação de computação, especialmente no que diz respeito a artefatos computacionais típicos, como aplicativos móveis. Os jogos digitais parecem “sofrer” menos com essas crenças implícitas, pois também podem ser considerados uma forma de arte. Por outro lado, os sistemas de computador com IA, que podem representar artefatos bastante novos e úteis, estão sendo muito menos percebidos como uma expressão de criatividade. Além disso, as obras de arte criadas por computadores parecem não ser reconhecidas como sendo uma expressão da criatividade em forte contraste com as obras de arte criadas por humanos.

Esse viés artístico observado pode impedir a integração do desenvolvimento da criatividade na educação de computação, pois pode desestimular professores e alunos a buscar o desenvolvimento de artefatos computacionais criativos. Também pode dificultar o reconhecimento do ensino de computação como uma possibilidade de promover a criatividade fora das disciplinas tradicionais relacionadas à arte.

Ainda assim, mais pesquisas são necessárias para estudar a relação do desenvolvimento da criatividade como parte do ensino de computação, para mudar essas crenças implícitas. Igualmente relevante é desenvolver práticas pedagógicas, como por exemplo a use-modifique-crie, que engajem os alunos no processo de ensino-aprendizagem, possibilitem os docentes acesso a instrumentos eficientes de avaliação de forma a favorecer o florescimento da criatividade no ensino de computação. Assim, com esta pesquisa, espera-se levantar uma discussão sobre esta questão e fornecer uma compreensão mais abrangente das percepções da criatividade que pessoas da computação têm, motivando um maior reconhecimento da existência da criatividade também em artefatos computacionais.

## AGRADECIMENTOS

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). Os autores também agradecem aos revisores anônimos por seus valiosos comentários e sugestões construtivas.



## REFERÊNCIAS

- [1] J. Voogt and N. P. Roblin. 2012. A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321.
- [2] L. Rosenstock and R. Riordan. 2017. Nurturing creativity in the classroom. In *Changing the subject* (R. A. Beghetto, & J. C. Kaufman (Eds.)), New York, NY, Cambridge University Press, 3-5.
- [3] M. F. Taguma. 2018. Future of Education and Skills 2030: Conceptual Learning Framework. OECD. Retrieved August 4, 2021 from <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- [4] R. A. Beghetto. 2010. Creativity in the classroom. In *Cambridge handbook of creativity*, J. C. Kaufman and R. J. Sternberg, Eds., New York, Cambridge University Press, 447–463.
- [5] F. Aktas. 2021. The emergence of creativity as an academic discipline: Examining the institutionalization of higher education programs. *Higher Education Quarterly*, 00, 1-18.
- [6] A. J. Cromptley. 2014. Is there an ‘arts bias’ in the Creativity Research Journal? Comment on Glăveanu (2014). *Creativity Research Journal*, 26(3), 368-371.
- [7] D. Cromptley and J. Kaufman. 2019. The siren song of aesthetics? Domain differences and creativity in engineering and design. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 233(2), 451-464.
- [8] K. Brennan, P. Haduong, and E. Venio. 2020. Assessing creativity in computing classrooms. Retrieved August 4, 2021 from <https://creativecomputing.gse.harvard.edu/assessment/>
- [9] M. A. Boden. 2004. *The creative mind: Myths and mechanism*, Routledge.
- [10] N. da C. Alves, C. Gresse von Wangenheim and L. H. Martins-Pacheco. 2021. Assessing Product Creativity in Computing Education: A Systematic Mapping Study. *Informatics in Education*, 20(1), 19-45.
- [11] M. Romero, A. Lepage and B. Lille. 2017. Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1).
- [12] A. Yadav and S. Cooper. 2017. Fostering Creativity Through Computing. *Comm. of the ACM*, 60(2), 31-33.
- [13] S. Grover and R. Pea. 2013. Computational Thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- [14] D. F. Shell, M. P. Hazley, Soh.-K., L. Dee Miller, V. Chiriacescu and E. Ingraham. 2014. Improving learning of computational thinking using computational creativity exercises in a college CSI computer science course for engineers. In *Proc. of the Frontiers in Education Conference*, Madrid.
- [15] L. S. Marques, C. Gresse Von Wangenheim and J. C. R. Hauck. 2020. Teaching Machine Learning in School: A Systematic Mapping of the State of the Art. *Informatics in Education*, 19(2), 283-321.
- [16] V. P. Glăveanu. 2014. Revisiting the “Art Bias” in Lay Conceptions of Creativity. *Creativity Research Journal*, 26(1), 11-20.
- [17] I. Lee, F. Martin, J. Denner, B. Coulter, W. Allan, J. Erickson, J. Malyn-Smith and L. Werner. 2011. Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.
- [18] N. Lytle, V. Cateté, D. Boulden, Y. Dong, J. Houchins, A. Milliken, A. Isvik, D. Bounajim, E. Wiebe and T. Barnes. 2019. Use, Modify, Create: Comparing Computational Thinking Lesson Progressions for STEM Classes. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE '19)*, New York, NY, USA.
- [19] C. Bellettini, V. Lonati, D. Malchiodi, M. Monga, A. Morpurgo, M. Torelli and L. Zecca. 2014. Informatics education in Italian secondary school. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(2), 1–5.
- [20] M. Tissenbaum, J. Sheldon and H. Abelson. 2019. From Computational Thinking to Computational Action. *Comm. of the ACM*, 62(3), 34-36.
- [21] A. Craft. 2005. *Creativity in schools: tensions and dilemmas*, London: Routledge.
- [22] R. Richards. 2007. *Everyday creativity: Our hidden potential*. In *Everyday creativity and new views of human nature: Psychological, social, and spiritual perspectives*, American Psychological Association, 25–53.
- [23] J. C. Kaufman and R. A. Beghetto. 2009. Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1–12.
- [24] T. J. Patston, D. H. Cromptley, R. L. Marrone and J. C. Kaufman. 2018. Teacher implicit beliefs of creativity: Is there an arts bias? *Teaching and teacher education*, 75, 366-374.
- [25] P. Kamylyis, E. Berki and P. Saariluoma. 2009. In-service and prospective teachers’ conceptions of creativity. *Thinking skills and creativity*, 4(1), 15-29.
- [26] M. A. Runco. 1999. *Implicit Theories*. In *Encyclopedia of creativity*, London, Academic, 27-30.
- [27] M. A. Runco, D. J. Johnson and P. K. Bear. 1993. Parents’ and teachers’ implicit theories of children’s creativity. *Child Study Journal*, 23(2), 91–113.
- [28] M. A. Runco. 2007. *Creativity: Theories and themes: Research, development and practice*, Burlington MA: Elsevier Academic Press.
- [29] C. Rocavert. 2020. *Arts Bias*. In *Encyclopedia of creativity*, Academic press.
- [30] W. Lim and J. A. Plucker. 2001. Creativity through a lens of social responsibility: Implicit theories of creativity with Korean samples. *Journal of Creative Behavior*, 35, 115–130.
- [31] D. R. Mullet, A. Willerson, K. N. Lamb and T. Kettler. 2016. Examining teacher perceptions of creativity: A systematic review of the literature. *Thinking Skills and Creativity*, 21, 9-30.
- [32] C. Tang, J. Baer and J. C. Kaufman. 2015. Implicit theories of creativity in computer science in the United States and China. *The Journal of Creative Behavior*, 49(2), 137-156.
- [33] F. Carnovalini and A. Rodà. 2020. Computational Creativity and Music Generation Systems: An Introduction to the State of the Art. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3, 14.
- [34] P. Atkinson and F. Parsayi. 2021. Video Games and Aesthetic Contemplation. *Games and Culture*, 16(5), 519-537.
- [35] F. A. Samejima. 1969. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometric Monograph*, 34(4), 2-17.
- [36] R. A. Beghetto, 2005. Does assessment kill student creativity?. *The educational forum*, 69(3), 254-263. Taylor & Francis Group.
- [37] J. A. Plucker, R. A. Beghetto, and G. T. Dow, 2004. Why isn’t creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83–96.