10.46551/emd.v9n17a05 ISSN 2526-6136

Educação Matemática Debate

Explorando relações entre a criatividade e o raciocínio criativo na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral

Leandra Leticia de Lima
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Itambaracá, PR — Brasil
0000-0001-6641-5581
leandraleticiadelima@gmail.com

Rodolfo Eduardo Vertuan
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Toledo, PR — Brasil
0000-0002-0695-3086
rodolfovertuan@utfpr.edu.br

André Luis Trevisan
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina, PR — Brasil
0000-0001-8732-1912
andreluistrevisan@gmail.com

Recebido • 30/10/2024
Aceito • 12/02/2025
Publicado • 10/05/2025

Artigo

Resumo: O estudo investiga a relação entre criatividade e raciocínio criativo no contexto do trabalho com tarefas matemáticas, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. A pesquisa explora como esses conceitos se manifestam e influenciam a resolução de problemas matemáticos, com uma abordagem qualitativa e análise detalhada de uma tarefa. Destaca-se a criatividade como competência desenvolvível e o raciocínio criativo como um processo de novidade, flexibilidade e plausibilidade. Além disso, discute-se estratégias para estimular seu desenvolvimento no ensino. A análise sugere que incentivar o raciocínio criativo nos estudantes, motivando-os a explorar abordagens diversas e questionar restrições, promove uma compreensão mais profunda e inovadora dos conceitos matemáticos.

Palavras-chave: Criatividade. Ensino de Matemática. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Educação Matemática. Tarefas Matemáticas.

Exploring the relationship between creativity and creative thinking in the subject of Differential and Integral Calculus

Abstract: The study investigates the relationship between creativity and creative reasoning in the context of working with mathematical tasks in the subject of Differential and Integral Calculus. The research explores how these concepts manifest themselves and influence mathematical problem solving, with a qualitative approach and detailed analysis of a task. It highlights creativity as a developable skill and creative reasoning as a process of novelty, flexibility and plausibility. Strategies to stimulate its development in teaching are also discussed. The analysis suggests that encouraging creative thinking in students, motivating them to explore different approaches and question constraints, promotes a deeper and more innovative understanding of mathematical concepts.

Keywords: Creativity. Teaching Mathematics. Teaching Differential and Integral Calculus. Mathematics Education. Mathematical Tasks.

Explorar la relación entre creatividad y pensamiento creativo en la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral

Resumen: El estudio investiga la relación entre creatividad y razonamiento creativo en el contexto del trabajo con tareas matemáticas en la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral. La investigación explora cómo estos conceptos se manifiestan e influyen en la resolución de problemas matemáticos, con un enfoque cualitativo y el análisis detallado de una tarea. Enfatiza la creatividad como una habilidad desarrollable y el razonamiento creativo como un proceso de novedad, flexibilidad y plausibilidad. También se discuten estrategias para fomentar su desarrollo en la enseñanza. El análisis sugiere que fomentar el pensamiento creativo en los alumnos, motivándoles a explorar distintos enfoques y cuestionar las limitaciones, favorece una comprensión más profunda e innovadora de los conceptos matemáticos.

Palabras clave: Creatividad. Enseñanza de las Matemáticas. Enseñanza del Cálculo Diferencial

e Integral. Educación Matemática. Tareas Matemáticas.

1 Introdução

A criatividade e o raciocínio criativo (RC) desempenham papéis cruciais no contexto da formação do futuro engenheiro. Em especial, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia (Brasil, 2019, p. 1) apontam que o perfil do egresso desses cursos deve compreender, entre outras características, a importância de "ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica".

O que motivou a realização do presente trabalho, fruto da dissertação da primeira autora, sob orientação dos segundos autores, é refletir sobre o que caracteriza esse sujeito como *criativo*, resultando em um aprofundamento teórico para compreender como a literatura discute essa expressão citada nas diretrizes.

A criatividade passou a ser tema de amplo interesse desde o final do século XX, não apenas para aqueles que pesquisam os processos de ensino e de aprendizagem e desenvolvimento humano, mas para a sociedade como um todo (Craft, 1999*;* Gontijo *et al.*, 2021). Para Gontijo *et al*. (2021), a criatividade ainda é um tema pouco estudado quando comparado com outras temáticas, em especial no campo da Educação Matemática. Entretanto, nas últimas décadas, vem se consolidando e conquistando mais interessados.

Segundo Gontijo (2006), a criatividade é a capacidade de criar e de inventar, denominada como a qualidade de quem possui ideias originais ou se mostra capaz de propor novos enunciados. Não é uma questão de talento, mas uma competência que, como tal, pode ser desenvolvida e aperfeiçoada.

Por sua vez, Lithner (2006) propõe um *framework* para analisar o RC e exemplifica-o no contexto da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI). Para o autor, esse tipo de raciocínio é fundamentado matematicamente, apresentando características como novidade, flexibilidade e plausibilidade, em oposição ao raciocínio *imitativo*.

Com base na fundamentação teórica proposta por Gontijo (2006) sobre a criatividade e na discussão de Lithner (2006) acerca do RC, este estudo tem por objetivos: (i) compreender algumas interconexões entre esses dois conceitos; e, (ii) apontar manifestações do RC de estudantes ao lidar com tarefas matemáticas no contexto da disciplina de CDI em cursos de Engenharia.

2 Criatividade

Apesar de vasta, a literatura sobre criatividade não fornece um conceito único sobre sua investigação, tampouco apresenta uma única definição sobre o termo. Uma versão afirma que o fenômeno da criatividade, por muitos anos, foi tido como um ato místico, incompreensível e inexplicável, atribuindo ao ser humano uma conexão quase divina por meio da criação (Dollinger, 2007). Segundo Pinheiro (2009), pesquisadores das mais diversas áreas questionaram-se se era possível explicar a criatividade. Embora houvesse consenso em torno da resposta afirmativa, as tentativas de expressar de maneira absoluta os pontos de vista de cada um fizeram das divergências a regra, e da unanimidade a exceção.

Outra versão sobre os primeiros estudos em criatividade se refere à atribuição dessa característica aos considerados gênios. Lubart (2007, p. 12) afirma que "durante o século XVIII surgiram os debates filosóficos sobre o gênio e, em particular, sobre os fundamentos do gênio criativo". Esses debates tornavam a criatividade, antes concebida como um dom quase divino, agora "uma forma excepcional de genialidade, diferente de talento, e determinada por fatores genéticos e condições ambientais" (Lubart, 2007, p. 12).

Atualmente, em relação às duas versões, argumenta-se que criatividade e inteligência têm um relacionamento próximo, mas que são duas dimensões diferentes. Por exemplo, pessoas altamente criativas não são necessariamente mais inteligentes que pessoas não tão criativas, nem mesmo as pessoas com um alto quociente de inteligência são consideradas as mais criativas. De todo modo, parte da confusão sobre criatividade se deve ao fato de que, durante séculos, a criatividade foi considerada algo místico e religioso. Portanto, praticamente até o século XX, seu estudo não foi abordado cientificamente.

As diversas perspectivas históricas sobre a criatividade refletem os contextos socioculturais e as visões de mundo das épocas em que foram elaboradas, sendo, portanto, mais fruto de transformações ao longo do tempo do que complementares. A imagem da criatividade como algo místico ou relacionado a um dom divino, por exemplo, representa um entendimento datado, que foi sendo ressignificado com o avanço das ciências e das mudanças sociais.

No século XX, começaram a surgir pesquisas que abordavam a criatividade sob perspectivas científicas. Torrance (1965) *apud* Alencar e Fleith (2009, p. 14), por exemplo, considera a criatividade “como um processo de se tornar sensível a problemas, deficiências e lacunas no conhecimento; identificar a dificuldade; buscar soluções, formulando hipóteses acerca das deficiências; testar e retestar essas hipóteses; e finalmente, comunicar os resultados”. De modo similar, Ostrower (1977, p. 1) considera “a criatividade um potencial inerente ao homem, e a realização desse potencial uma de suas necessidades”.

Mas foi no século XXI que o tema tomou mais força. Assim, autores como Alencar e Fleith (2003, p. 13-14) definem que “a criatividade implica a emergência de um produto novo, seja uma ideia ou uma invenção original, seja a reelaboração e o aperfeiçoamento de produtos ou ideias já existentes”. Martínez (2006, p. 70) defende que a criatividade “se expressa na produção de algo que é considerado ao mesmo tempo novo e valioso em um determinado campo da ação humana”.

Com base em pesquisas sobre criatividade em Matemática, observa-se que, também nessa área, a definição para a expressão *criatividade em Matemática* não é consensual. Diante disso, apresentam-se no Quadro 1 diferentes perspectivas sobre esse conceito.

Quadro 1: Diferentes definições de criatividade em matemática

Autor	**Definição**
Gontijo (2006, p. 4).	A capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações.
Makiewicz (2004, p. 2)	A criatividade matemática como uma versão real da criatividade científica é entendida como a atividade de construir, modernizar e completar o sistema de conhecimento por meio da observação de regularidades, sensibilidade a problemas, exposição de hipóteses e justificativa de proposições.
Krutetskii (1976, p. 68)	[...] a formulação independente de problemas matemáticos descomplicados, encontrando maneiras e meios de resolver esses problemas, a invenção de provas e teoremas, as deduções independentes de fórmulas e encontrando métodos originais de resolução de problemas fora do padrão.

Fonte: Autoria própria

Ao refletir acerca das características gerais da criatividade, Veja (2003), Alencar (1990) e Guilford (1973) apresentam ideias convergentes sobre o tema. Enquanto Guilford (1973) desenvolve seu trabalho em um contexto mais amplo da Psicologia, Alencar (1990) e Veja (2003) tratam da criatividade no ambiente escolar. Mesmo que nenhum desses autores trate especificamente da criatividade em matemática, suas concepções apresentam pontos de interseção com a definição proposta por pesquisadores da área.

Vega (2003, p. 27) defende que “fluência, flexibilidade e originalidade são três indicadores de criatividade”. Segundo a autora, durante o processo de resolução de um problema, ocorre uma fase preparatória na qual é natural que muitas ideias sejam geradas antes da seleção daquelas que parecem conduzir à solução. Nesse contexto, a quantidade pode gerar qualidade, uma vez que a primeira ideia que surge não é necessariamente a melhor — característica definida como fluência. Além disso, a diversidade de ideias permite a observação do problema sob diferentes perspectivas, refletindo de forma flexível. Por fim, quando as soluções propostas são procuradas, elas são consideradas originais.

Alencar (1990) defende que, para estimular o desenvolvimento da criatividade, deve-se criar um ambiente que permita aos estudantes apresentar fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração em seus trabalhos. Segundo a autora, a fluência se dá pela abundância ou quantidade de ideias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto, a flexibilidade pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas, a originalidade por apresentar respostas infrequentes ou incomuns e a elaboração por apresentar grande quantidade de detalhes em uma ideia (Alencar, 1990).

Guilford (1973), por sua vez, apresenta quinze características de um adulto criativo, as quais estão pautadas em

1. Flexibilidade: A capacidade de ir além da tradição, hábitos e o óbvio. Para transformar ideias e materiais para usos novos, diferentes e incomuns.
2. Fluência: A capacidade de pensar em muitas ideias; muitas soluções possíveis para um problema.
3. Elaboração: A capacidade de elaborar os detalhes de uma ideia ou solução.
4. Tolerância à ambiguidade: A capacidade de manter ideias e valores conflitantes e de trazer uma reconciliação sem tensão indevida. Os valores das pessoas criativas, por exemplo, parecem ser tanto estéticos quanto teóricos, dois sistemas de valores que podem ser considerados antitéticos. A pessoa criativa parece estar interessada não apenas em soluções para problemas, mas também em soluções esteticamente satisfatórias, “elegantes”. Seu objetivo parece ser verdade e beleza.
5. Originalidade: Pensamento divergente em vez de convergente, indo além das ideias comumente aceitas para formas, ideias, abordagens e soluções incomuns.
6. Amplitude de interesse: Ampla gama de interesses com muito mais preocupação com as “grandes ideias”, significados amplos e implicações, em vez de pequenos detalhes e fatos pelos fatos.
7. Sensibilidade: A capacidade de sentir problemas, de ver deficiências e necessidades da vida, o desafio de encontrar soluções e preencher essas necessidades. Sensibilidade à nossa própria vida interior e sentimentos, pensamentos e sentimentos de outros.
8. Curiosidade: Abertura a novas ideias e experiências; a capacidade de ser intrigado; experimentação ativa de ideias e o prazer de procurá-las e descobri-las.
9. Independência: pensar as coisas por meio de nossa própria confiança e

> vigor.
>
> 10. Reflexão: A capacidade de considerar e reconsiderar, de avaliar as nossas ideias bem como as ideias dos outros; dedicar tempo para obter compreensão e discernimento, olhar para frente e planejar, visualizar o quadro completo.
> 11. Ação: A capacidade de colocar ideias em ação; para começar, ajudar, moldar, com muita energia e entusiasmo as ideias.
> 12. Concentração e persistência: A habilidade de trabalhar arduamente, por muito tempo, consistentemente e persistentemente com concentração extraordinária.
> 13. Compromisso: Envolvimento profundo, compromisso intenso, cuidado profundo, quase de natureza metafísica.
> 14. Expressão da personalidade total: Expressão dos lados masculino e feminino da natureza, o que às vezes leva à tensão em nossa sociedade. Como o macho criativo mostra traços supostamente femininos como sensibilidade, autoconsciência e amplitude de interesses ou como a fêmea mostra traços "masculinos", como independência, autoconfiança e força de vontade.
> 15. Senso de humor: A capacidade de ver e expressar o humor nas contradições e ambiguidades da vida. Para manter o equilíbrio sem perder o compromisso (Guilford, 1973, p. 3-4).

Kneller *apud* Guilford (1973, p. 53) destaca reflexões relevantes sobre as capacidades produtivas e os tipos de pensamento relacionados. As capacidades produtivas podem ser classificadas em duas categorias distintas: convergentes e divergentes.

> A primeira é acionada pelo pensamento que se move após uma resposta determinada ou convencional. A segunda, pelo pensamento que se move em várias direções em busca de uma dada resposta. Podemos concluir, pois, que o pensamento convergente ocorre onde se oferece o problema, onde há um método padrão para resolvê-lo, conhecido do pensador, e onde se pode garantir uma solução dentro de um número finito de passos. O pensamento divergente tende a ocorrer onde o problema ainda está por descobrir e onde não existe ainda meio assentado de resolvê-lo. O pensamento convergente implica uma única solução correta, ao passo que o divergente pode produzir uma gama de soluções apropriadas.

Em síntese, observa-se que Veja (2003), Alencar (1990) e Guilford (1973) apresentam concepções convergentes, destacando-se entre elas a flexibilidade, a fluência e a originalidade. Essa abordagem não se dá apenas pelo uso das mesmas palavras, mas também pela caracterização atribuída a cada um desses aspectos.

Sobre o desenvolvimento da criatividade, Gontijo (2007) menciona que a literatura reúne diversas estratégias para o estímulo do pensamento criativo, focando propriamente nas estratégias voltadas para o ensino. Segundo o autor, essas estratégias, ou categorias, incluem: a) apreciação; b) animação; c) associação; d) alteração; e) abdicação.

Segundo Gontijo (2007, p. 67), a apreciação inclui

> técnicas usadas para fazer conhecer um ou mais aspectos ou atributos de uma situação, produto ou problema que está sendo considerado. Essas técnicas podem ser usadas para auxiliar os alunos a focalizar características

> importantes do problema, perceber padrões e traçar uma variedade de possíveis soluções.

Na animação, "as técnicas relacionadas a esta categoria podem ser usadas em atividades para envolver os estudantes de forma interativa com os problemas, situações ou produtos" (Gontijo, 2007, p. 68). Por sua vez, o uso de técnicas de associação

> pode favorecer os estudantes na realização de comparações e no estabelecimento de conexões entre um problema que de forma imediata não se tem um método para resolvê-lo com conceitos, algoritmos e estratégias já conhecidas. Essas técnicas de criatividade auxiliam focalizando a atenção no estabelecimento dessas conexões (Gontijo, 2007, p. 69).

Já com as técnicas de alteração,

> os estudantes mudam sistematicamente partes de um produto, situação ou problema. Questões do tipo "e se..." estão presentes na maioria das investigações e dos insights matemáticos. Estas técnicas possibilitam um aprofundamento nas concepções matemáticas a partir de modificações sistemáticas em partes do problema ou de sua solução, levando a novas e interessantes questões ou problemas para serem explorados (Gontijo, 2007, p. 70).

Por fim, "as técnicas de abdicação têm por objetivo permitir ao subconsciente refletir sobre o problema quando não se está ativamente trabalhando sobre ele" (Gontijo, 2007, p. 71).

3 Raciocínio Criativo

Lithner (2006) contrapõe o RC ao raciocínio imitativo, definido como a mera reprodução de um modelo ou exemplo, sem qualquer tentativa de originalidade. O RC, por sua vez, é caracterizado por sua natureza incomum, indo além da aplicação mecânica de algoritmos básicos e procedimentos rotineiros. Além disso, segundo Lithner (2006, p. 6), o RC pode ser compreendido como uma forma de justificação, "de caráter diferente em diferentes séries, e que o formato específico da justificação é menos importante do que uma comunicação clara de ideias matemáticas".

O RC proposto por Lithner (2006) atende os seguintes critérios: (i) novidade, com uma nova sequência de raciocínio sendo criada ou uma sequência esquecida sendo recriada; (ii) flexibilidade, admitindo com fluência diferentes abordagens e adaptações à situação, sem *fixação* de universo de conteúdo ou busca de soluções memorizadas ou algorítmicas; (iii) plausibilidade, considerando argumentos que sustentam a escolha e/ou a execução da estratégia, e que permitem considerar se as conclusões são verdadeiras ou plausíveis; e (iv) fundamentos matemáticos, com os argumentos ancorados nas propriedades matemáticas intrínsecas dos componentes envolvidos no raciocínio.

Ainda de acordo com o autor, para que os estudantes desenvolvam o RC na resolução de tarefas, é essencial que, inicialmente, procurem elaborar suas próprias soluções. Caso não obtenham sucesso, torna-se necessário identificar as dificuldades específicas enfrentadas e oferecer um *feedback* direcionado, que os auxilie na construção de respostas mais elaboradas e inovadoras.

Segundo Lithner (2017), ao projetar uma tarefa destinada a promover o RC, é imperativo garantir que os estudantes não conheçam antecipadamente o método de solução. No entanto, é

Educação Matemática Debate
v. 9, n. 17, p. 1-15, maio. 2025

preciso também que a tarefa não seja difícil para o estudante. O autor ressalta que a solução da tarefa deve estar atrelada à construção de um determinado conhecimento, o que torna esse processo ainda mais desafiador.

Além disso, Lithner (2017) enfatiza que a tarefa deve proporcionar aos estudantes a possibilidade de construir argumentos ancorados em matemática, de modo que esses argumentos sustentem o raciocínio na tarefa-solução. Caso os estudantes não lembrem ou não tenham acesso a um método de solução, restam duas possibilidades para resolver a tarefa. A primeira é a adivinhação que, embora possa ser uma parte construtiva da solução de problemas, raramente é suficiente para resolver a tarefa por si só. A segunda possibilidade é a construção da solução, que requer orientação ou algum tipo de argumento (explícito ou implícito) que apoie as escolhas e as conclusões dos estudantes.

Além disso, as metodologias ativas de aprendizagem, como a Aprendizagem Baseada em Projetos, reforçam essa abordagem ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de explorar, criar e colaborar em contextos reais e desafiadores. Como destacam Azevedo e Maltempi (2019), essas práticas não apenas motivam os estudantes, mas também ampliam as possibilidades de construção do conhecimento matemático, conectando-o a um espaço de formação voltado à autonomia e à criatividade. Essa perspectiva complementa o raciocínio criativo ao permitir que os estudantes desenvolvam flexibilidade e plausibilidade em suas soluções.

4 Criatividade e RC

A partir da pesquisa realizada sobre os temas criatividade e raciocínio criativo (RC), foi possível identificar algumas aproximações, as quais serão apresentadas nesta seção do texto. Aproximações referem-se tanto às características da criatividade quanto aos aspectos do RC conforme descrito por Lithner (2006). Embora alguns aspectos destacados sejam idênticos em denominação e conceito, também existem distinções importantes. A seguir, são discutidas as aproximações entre esses conceitos.

- Novidade (Originalidade): em Lithner (2006), a *novidade* é associada a algo novo ou recriado, algo que se alinha à ideia de *originalidade* em Vega (2003), Alencar (1990) e Guilford (1973), em que a originalidade também implica algo além do comum, ou seja, algo novo.
- Flexibilidade: a *flexibilidade* em Lithner (2006) parece englobar as definições de flexibilidade e fluência encontradas em Alencar (1990), Guilford (1973) e Vega (2003). Para esses autores, esse aspecto se refere à capacidade de adaptar estratégias, argumentos ou abordagens a diferentes situações.
- Plausibilidade e Pensamento Divergente: a *plausibilidade* em Lithner (2006) está relacionada à ideia de *pensamento divergente* segundo Kneller (1973), que envolve a geração de múltiplas ideias e a escolha da melhor solução entre diversas opções. Esse conceito também está presente na fluência de Vega (2003), que foca na qualidade da escolha ou execução de estratégias.
- Fundamentos Matemáticos: os *fundamentos matemáticos* em Lithner (2006) estão relacionados à definição de criatividade matemática de Gontijo (2007), que destaca a importância de classificar elementos matemáticos com base em suas propriedades e atributos.

A partir dessas aproximações, concluiu-se que os quatro critérios propostos por Lithner (2006) sobre o RC estão diretamente ligados às características da criatividade presentes na literatura. Cada um dos critérios está associado a pelo menos uma característica da criatividade, o que justifica a adoção da expressão *RC* nesta parte do artigo, especialmente ao reconhecer suas manifestações na análise de uma tarefa proposta a estudantes de CDI.

A seguir, apresenta-se o Quadro 2 que sintetiza as relações entre os aspectos da criatividade e do RC.

Quadro 2: Aproximação e relação de aspectos da criatividade

Aspectos da Criatividade segundo a literatura de Criatividade em geral	Aspectos do RC segundo Lithner (2006)
Originalidade segundo Vega (2003)	Novidade
Originalidade segundo Alencar (1990)	
Originalidade segundo Guilford (1973)	
Flexibilidade segundo Vega (2003)	Flexibilidade
Flexibilidade segundo Alencar (1990)	
Flexibilidade segundo Guilford (1973)	
Fluência segundo Alencar (1990)	
Fluência segundo Guilford (1973)	
Fluência segundo Vega (2003)	Plausibilidade
Pensamento divergente segundo Kneller (1973)	
Criatividade segundo Gontijo (2007)	Fundamentos Matemáticos

Fonte: Autoria própria

5 Manifestações do RC: análise de uma tarefa matemática

Para investigar as relações entre criatividade e RC no contexto das tarefas matemáticas, esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa. Essa metodologia consiste em explorar fenômenos em seus contextos naturais, focando em descrições detalhadas e significados construídos pelos participantes. Essa abordagem permite uma compreensão profunda dos processos subjetivos e complexos, valorizando a perspectiva dos sujeitos e a análise detalhada das interações e experiências (Bogdan e Biklen, 1994). A metodologia foi delineada com o objetivo de analisar como esses conceitos se manifestam e se interconectam nas práticas educacionais, especificamente em uma tarefa matemática desafiadora.

Os participantes envolvidos nesta análise foram estudantes dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais de uma universidade federal do estado do Paraná, que cursaram a disciplina de Cálculo de mais de uma variável (CDI 2) no segundo semestre de 2022. A disciplina mencionada, ministrada por um dos autores, aborda uma variedade de conceitos matemáticos, incluindo funções reais de várias variáveis, limite e continuidade de funções, diferenciabilidade, integração múltipla e suas aplicações.

É importante ressaltar que o perfil típico dos estudantes que frequentam os cursos de Engenharia muitas vezes inclui a falta de experiências anteriores com tarefas investigativas, expectativas de aulas expositivas e dificuldades em trabalhar em grupo e expressar suas ideias. Destaca-se também se tratar de um contexto no qual existe uma forte relação entre evasão no curso e reprovação na disciplina de CDI (Godoy e Almeida, 2017).

O material recolhido ao longo do semestre incluiu registros escritos, imagens, vídeos e áudios dos estudantes enquanto trabalhavam em grupos (com três ou quatro integrantes) em diversas tarefas matemáticas com potencial para o desenvolvimento do RC. Ressalta-se que, embora nem todas as produções tenham apresentado os quatro critérios do RC — novidade, flexibilidade, plausibilidade e fundamentos matemáticos — optou-se, na análise apresentada a seguir, por considerar uma tarefa em que foi possível identificar esses quatro critérios.

A tarefa matemática selecionada para este estudo foi adaptada de Stewart (2013) e implementada em 18 de agosto de 2022, logo no início da disciplina. O objetivo era introduzir o conteúdo de funções de duas ou mais variáveis, sendo que para sua realização foram destinadas duas aulas de 50 minutos cada.

Quadro 3: Tarefa implementada

Deseja-se construir uma caixa aberta, sendo que o material da base custa R$ 10,00 por metro quadrado e o material das laterais custa R$ 6,00 por metro quadrado.
a) Como você imagina ser a aparência dessa caixa, para que o custo de sua produção seja mínimo?
b) Construa uma expressão matemática do custo total do material para fabricação da caixa.
c) O que muda (ou não) em suas respostas anteriores, se considerarmos que a caixa deve ter volume de 10 m³?
d) E se consideramos que, além do volume de 10 m³, a base da caixa deve ser retangular, com a medida de um dos lados igual ao dobro da medida do outro?

Fonte: Adaptada de Stewart (2013)

A tarefa tinha como proposta a determinação das características ideais para a construção de uma caixa aberta, considerando custos diferentes para a base e para as laterais. Ela foi implementada antes de o conteúdo ser apresentado aos estudantes, de modo que ainda não conheciam uma definição formal de função de duas ou mais variáveis. As questões levantadas foram: a) imaginar a aparência da caixa que resultaria no custo mínimo de produção; b) desenvolver uma expressão matemática que representasse o custo total do material para fabricação da caixa; c) avaliar as mudanças nas respostas anteriores ao considerar que a caixa deve ter um volume de 10 m³; d) analisar as implicações de ter a base da caixa como um retângulo, em que um dos lados é o dobro do outro, além de atender o volume de 10 m³.

Com intuito de apontar algumas manifestações de criatividade e RC de estudantes ao lidarem com essa tarefa, analisaram-se quatro trechos da discussão ocorrida entre os estudantes A, J e T acerca do que ocorreu na resolução da tarefa.

No trecho 1, os estudantes discutem sobre o item *a* da tarefa, que solicitava como deveria ser a aparência da caixa para que o custo de sua produção fosse mínimo.

A: O material da lateral é mais barato que o material da base.

A: Na letra a, para que o custo seja o mínimo a gente tem que pensar o seguinte, o metro quadrado do material das laterais é 40% mais barato que o material da base, mas pensa, tipo, aqueles copos de balada, eles fazem um copo alto uma lateral maior uma base pequena e o volume dele é pequeno, não cabe quase nada.

Os outros integrantes concordam.

A: Por outro lado, a gente tem que pensar que para ter o menor custo possível essa caixa tem que ter uma base pequena, sei lá 1 m² e dependendo do volume que a gente quer a gente varia a altura da lateral.

T: Manteria a base igual e aumentaria a lateral.

A: Então uma caixa quadrada mais simples, com a base 1 m² e a altura 1 m² também de material.

A: Nossa, mas olha a base a gente tem apenas uma, a lateral a gente tem quatro. Na verdade, *faz mais sentido usar mais material na base só que nas laterais.*

J: Então a base tem que ser maior que a lateral.

A: Exatamente.

T: Então um retângulo, não um quadrado.

A: É, por que o que vai acontecer? O material da lateral não vai impactar tanto assim o volume.

A: Então seria uma caixa cuja maior parte do material está proporcionalmente concentrada na base.

A: A aparência seria uma caixa com laterais baixas e base maior.

No decorrer da discussão, identificaram-se os critérios (ii) flexibilidade e (iii) plausibilidade. A flexibilidade é reconhecida uma vez que eles veem duas formas diferentes para a caixa (quadrada e retangular) e a plausibilidade quando justificam e argumentam que a melhor opção seria a caixa retangular, já que, independentemente de as laterais serem mais baratas, são quatro laterais e a base apenas uma. Assim, os estudantes concluem que a melhor opção em relação ao formato da caixa para que o custo fosse mínimo seria uma caixa de base maior com as laterais de altura menor.

No trecho 2, os estudantes discutem sobre o item *b* da tarefa, que solicitava a construção de uma expressão matemática do custo total do material para fabricação da caixa. Essa resolução poderia envolver conceitos matemáticos, como a expressão algébrica.

J: Na "b", seriam duas coisas pra expressão, a lateral e a base.

A: Nossa, seria uma expressão de duas variáveis? Por que a gente tem que fazer a soma do tanto de material usado nas laterais multiplicado por seis, quanto o tanto de material usado na base multiplicado por dez.

T: Faz sentido, mas ainda seria mais quatro lados de laterais.

A: Sim, mas aí a gente usa o material direto, tipo 10 m² pra fazer as laterais vezes 4.

A: $z = x.6 + y. 10$

T e J: Isso.

Na discussão, identificaram-se os critérios (i) novidade e (iv) fundamentos matemáticos. A novidade é evidenciada nos questionamentos sobre ser uma expressão de duas variáveis em relação ao custo das laterais e da base, dado que o estudante parece estar surpreso ao observar que, para formar a expressão, seriam necessárias duas variáveis, as laterais e a base.

E a fundamentação matemática se manifesta quando os estudantes utilizam expressões algébricas para concluir a expressão adequada para a situação, ou seja, utilizaram letras, números e símbolos das operações matemáticas, adição e multiplicação, para realizar a expressão do cálculo do custo total do material usado na caixa e denominam x como o material usado nas laterais e y como o material usado na base.

No trecho 3, os estudantes discutiram sobre o item *c* da tarefa, no qual era esperado que justificassem se mudariam (ou não) suas respostas anteriores, caso a caixa tivesse volume de 10 m³. Para isso, os estudantes puderam retomar suas respostas anteriores e analisar se precisariam alterar algum aspecto de suas soluções ou se mantinham as características à luz dessa nova condição.

A: O que vai mudar?

J: Aí é que está a questão, se a gente pega.

Interação com outros trios (conversas aleatórias)

Educação Matemática Debate
v. 9, n. 17, p. 1-15, maio. 2025

A: Então, o que vai mudar se a caixa tiver 10 m³ de volume.

A: A caixa com 10 m³ de volume é uma caixa que multiplica o comprimento, a largura e a altura.

T: Da 10 m³.

A: O comprimento é a base, a largura é da base também, o único fator que influencia as laterais é a altura, então a base influencia duas vezes mais que a altura no volume total.

J: Então a gente podia fazer uma base de 3 de comprimento e de largura e 4 de altura.

A: Mas é soma ou multiplicação? Acho que é a base vezes.

T: É vezes.

A: Para fazer uma caixa com 10 m³, tem que ser uma caixa com 2 metros de comprimento, 5 de largura e 1 de altura.

J: Ou 4; 2,5 e 1.

T: Ou 2; 2; e 2,5.

A: O que muda é o seguinte, tipo na nossa resposta "a" ela continua sendo verdade, porém não é o mínimo de material nas laterais, porque às vezes é melhor jogar um pouco na lateral do que na base, mesmo que a base influencie mais, certo?

J e T: Certo.

J: Então não muda nada, porque por exemplo aqui a gente tá usando 5 m² na base, mas estamos usando 12 na lateral e a lateral continua baixa.

T: Tem outra coisa, a lateral é 4 vezes.

A: É verdade, a lateral é quatro vezes, então não muda nada. Continua sendo uma caixa com laterais baixas e uma base maior.

A: Então na "a" não muda nada e na "b" também não, a expressão continua valendo.

T: O que muda então é nada.

A: Com o volume de 10 m³ o material utilizado na base influenciará mais no volume por menos dinheiro, mesmo ele sendo mais caro, 66% mais caro.

Nesse trecho, identificaram-se os critérios (iii) plausibilidade e (iv) fundamentos matemáticos. A plausibilidade foi reconhecida quando eles retornaram aos itens *a* e *b* para argumentar e validar suas escolhas. Já a fundamentação matemática apareceu quando eles discutiram a operação e as medidas possíveis para que o volume fosse de 10 m³, levando em conta as três dimensões: altura, comprimento e largura. No último trecho, os estudantes discutem sobre o item *d* da tarefa, em que, além do volume de 10 m³, a base da caixa deveria ser retangular, com um lado sendo o dobro do outro.

J: Agora, além do volume de 10 m³, a base da caixa deve ser retangular, com um dos lados igual ao dobro do outro.

A: Aí as coisas mudam, porque se a gente tiver uma caixa que na base tem 8 m² de material, na altura não tem como, pra dar 10m³.

T: 1,5 e 3.

A: É, mas 1,5 e 3 vai da 4,5 vezes 2 dá 9.

J: A base 2 por 4 e 1,25.

A: É a melhor configuração possível?

A: Alguma coisa muda? Porque 4 vezes 1,25 dá 5 e 5 vezes 4 dá 20.

J: Vezes 2, dá 10.

T: Por que é vezes 2?

A: Porque é um retângulo, os lados são diferentes.

A: É, acho que é a melhor configuração possível.
J: Por ser o dobro, né?

Durante a discussão, observou-se o critério (iii) plausibilidade, quando os estudantes discutiram argumentos e testes de validade de forma a confirmar a escolha da estratégia do trio em relação ao formato da caixa e às restrições da alternativa *d*. Em outros termos, avaliaram se, de acordo com a estratégia escolhida, o volume de 10 m³ seria compatível com a base da caixa retangular, com um dos lados sendo o dobro do outro, a fim de chegarem a uma conclusão conjunta.

Sintetizando a análise dessa tarefa, o Quadro 4 destaca alguns pontos dos aspectos do RC expresso pelos estudantes, associando-os às características da tarefa.

Quadro 4: Quadro de critérios do RC manifestados pelos estudantes na tarefa 1

Aspecto	Indicativos	Características da tarefa
Novidade	Função de duas variáveis (Trecho 2)	Contexto familiar que envolvia a soma de duas variáveis.
Flexibilidade	Duas abordagens diferentes para a resolução da questão (Trecho 1)	Tarefa exploratória, com várias possibilidades em relação ao formato da caixa
Plausibilidade	Abordagens diferentes (Trecho 1) Argumentos que sustentam a escolha (Trechos 3 e 4)	Questionamentos no formato da caixa Questionamentos sobre adição de restrição
Fundamentação matemática	Uso de propriedades para calcular volume (Trecho 3) Uso de propriedades de expressão algébrica (Trecho 2)	Contexto conhecido acerca de volume. Contexto conhecido dos anos finais do Ensino Fundamental (representação e cálculo de uma expressão algébrica)

Fonte: Autoria própria

A análise dessa tarefa revela a importância do RC na resolução de problemas matemáticos complexos. O raciocínio criativo, conforme descrito por Lithner (2006), compreende a geração de estratégias inovadoras e fundamentadas matematicamente para resolver problemas. Durante a tarefa, os estudantes demonstraram criatividade ao propor diferentes configurações para a caixa, considerando as restrições impostas. A criatividade é evidenciada na capacidade de pensar fora dos padrões tradicionais, imaginando novas formas e estratégias para alcançar a solução mais eficiente.

Por outro lado, o RC se faz presente quando essas ideias inovadoras são avaliadas e testadas de acordo com os critérios matemáticos, como a plausibilidade e a fundamentação. Esse processo de validação é essencial para garantir que as soluções propostas não sejam apenas originais, mas também matematicamente viáveis. Assim, a criatividade e o RC não são processos isolados, mas interdependentes, em que a criatividade fornece as ideias iniciais e o RC as refina e valida.

Com base na análise da tarefa, infere-se que, de modo geral, incentivar o raciocínio criativo dos estudantes, estimulando-os a explorar múltiplas abordagens e questionar as restrições impostas, pode resultar em uma compreensão mais profunda e inovadora dos conceitos matemáticos.

6 Considerações finais

O estudo aprofundou a compreensão das interconexões entre a criatividade e o RC no contexto das tarefas matemáticas, destacando suas implicações para o ensino e para a aprendizagem. Observou-se que os quatro critérios de RC propostos por Lithner (2006), a novidade, flexibilidade, plausibilidade e fundamentos matemáticos, estão profundamente alinhados com as características da criatividade descritas por autores como Gontijo (2006) e Alencar (1990).

A análise revelou que a criatividade no pensamento matemático não é apenas uma questão de gerar ideias novas, mas também de aplicar essas ideias de maneira flexível e fundamentada. A capacidade de formular soluções originais, adaptar estratégias de maneira inovadora e justificar essas abordagens com argumentos matemáticos sólidos representa a essência do raciocínio criativo. Assim, a criatividade e o RC emergem como processos complementares, em que a criatividade fornece o combustível inicial das ideias e o RC canaliza esse potencial em soluções viáveis e eficazes.

Além das ideias já mencionadas, é fundamental compreender a relação entre criatividade e RC. A criatividade no contexto matemático envolve a geração de ideias novas e inovadoras, mas o raciocínio criativo vai além, exigindo a avaliação e a justificação dessas ideias com fundamentos matemáticos sólidos. O RC funciona como uma estrutura que organiza e dá suporte às soluções criativas, garantindo sua aplicabilidade em um contexto matemático. A interação entre esses dois aspectos permite não apenas a exploração de novas abordagens, mas também a garantia de sua viabilidade. Portanto, ao integrar tanto a criatividade quanto o raciocínio criativo no ensino, promove-se um ambiente em que os estudantes são desafiados a pensar de maneira inovadora e ao mesmo tempo fundamentada, o que contribui para uma aprendizagem mais significativa e eficaz.

Os resultados deste estudo sugerem que uma abordagem integrada no ensino da matemática, em especial do CDI, que valorize tanto a originalidade quanto a fundamentação conceitual, pode enriquecer significativamente o processo de resolução de problemas dos estudantes. Promover um ambiente em que a fluência de ideias, a capacidade de adaptação e a construção de argumentos matemáticos sólidos são incentivados não só estimula a inovação, mas também fortalece a compreensão profunda dos conceitos matemáticos. Isso torna a aprendizagem mais dinâmica e relevante, incentivando os estudantes a adotar uma nova postura para enfrentar desafios complexos de forma criativa e eficiente.

Assim, ao reconhecer e promover a criatividade e o RC no ensino da matemática, contribui-se para a formação de indivíduos mais preparados para enfrentar desafios mais complexos e dinâmicos. A combinação entre criatividade e RC é, portanto, não apenas um objetivo pedagógico, mas uma necessidade fundamental para a educação.

Nota

A revisão textual (correções gramatical, sintática e ortográfica) deste artigo foi custeada com verba da *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais* (Fapemig), pelo auxílio concedido no contexto da Chamada 8/2023.

Referências

ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano. *Como desenvolver o potencial criador*: um guia para a liberação da criatividade em sala de aula. Petrópolis: Vozes, 1990.

ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano; FLEITH, Denise de Souza. *Criatividade:* múltiplas perspectivas. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2003.

ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano; FLEITH, Denise de Souza. *Criatividade:* múltiplas perspectivas. 3. ed. Brasília: Editora UnB, 2009.

AZEVEDO, Greiton Toledo; MALTEMPI, Marcus Vinícius. Metodologias ativas de aprendizagem nas aulas de Matemática: equação da circunferência e construção criativa de pontes. *Educação Matemática Debate*, v. 3, n. 9, p. 235-254, set./dez. 2019. https://doi.org/10.24116/emd.v3n9a02

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em Educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n. 11, de 11 de março de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: Diário Oficial da União, 11 mar. 2019.

CRAFT, Anna. Creative development in the early years: some implications of policy for practice. *The Curriculum Journal*, v. 10, n. 1, p. 135-150, 1999. https://doi.org/10.1080/0958517990100110

DOLLINGER, Stephen J. Creativity and conservatism. *Personality and Individual Differences*, v. 43, n. 5, p. 1025-1035, 2007. https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.02.023

GODOY, Elenilton Vieira; ALMEIDA, Eustáquio. A evasão nos cursos de Engenharia e a sua relação com a Matemática: uma análise a partir do COBENGE. *Educação Matemática Debate*, v. 1, n. 3, p. 339-361, set./dez. 2017. https://doi.org/10.24116/emd25266136v1n32017a05

GONTIJO, Cleyton Hércules. Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. *Linhas Críticas*, v. 12, n. 23, p. 229-244, dez. 2006. https://doi.org/10.26512/lc.v12i23.3321

GONTIJO, Cleyton Hércules. *Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio.* 2007. 206f. Tese (Doutorado em Psicologia). Universidade de Brasília. Brasília.

GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni; CARVALHO, Alexandre Tolentino; BEZERRA, Wescley Well Vicente. Criatividade em Matemática: alguns elementos históricos na constituição do campo de pesquisa e de intervenção pedagógica. *REnCiMa*, v. 12, n. 5, p. 1-24, 2021. https://doi.org/10.26843/rencima.v12n5a20

GUILFORD, Joy Paul. *Characteristics of creativity.* Springfield: Illinois State Office of the Superintendent of Public Instruction, 1973.

KNELLER, George F. *Arte e ciência da criatividade*. Tradução de Jose Reis. São Paulo: Ibrasa, 1973.

KRUTETSKII, Vadim Andreevich. *The Psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: University of Chicago Press, 1976.

LITHNER, Johan. A framework for analysing creative and imitative mathematical reasoning. *Research Reports in Mathematics Education*, n. 2, p. 1-28, 2006.

LITHNER, Johan. Principles for designing mathematical tasks that enhance imitative and creative reasoning. *ZDM Mathematics Education*, v. 49, n. 6, p. 937-949, nov. 2017. https://doi.org/10.1007/s11858-017-0867-3

LUBART, Todd. *Psicologia da criatividade.* Tradução de Márcia Conceição Machado Moraes. Porto Alegre: Artmed, 2007.

MAKIEWICZ, Małgorzata. The role of photography in developing mathematical creativity in students at elementary and practical levels. In: *Proceedings of the 10th International Congress on Mathematical Education*. Copenhagen, 2004.

MARTÍNEZ, Antonio Martín. Criatividade no trabalho pedagógico e criatividade na aprendizagem: uma relação necessária. In: TACCA, Maria Carmen Villela Ribeiro (Org.). *Educação e construção do conhecimento:* práticas pedagógicas e processos de aprendizagem. Campinas: Alínea, 2006, p. 65-82.

OSTROWER, Fayga. *Criatividade e processos de criação.* Rio de Janeiro: Vozes, 1977.

PINHEIRO, Idalberto Ramos. Modelo geral da criatividade. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 25, n. 2, p. 153-160, abr./jun. 2009. https://doi.org/10.1590/S0102-37722009000200002

STEWART, James. *Cálculo:* volume 2. Tradução de Antonio Carlos Moretti; Antonio Carlos Gilli Martins. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

TORRANCE, Ellis Paul. *Rewarding creative behaviour:* experiments in classroom creativity. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1965.

VEGA, María Luz Callejo. *Creatividad matemática y resolución de problemas. Sigma*, n. 22, p. 25-34, 2003.