CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS NA DISCIPLINA DE MECANISMOS COMO ESTRATÉGIA FACILITADORA DA APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA MECÂNICA

CONSTRUCTION OF DIDACTIC MODELS IN THE MECHANISMS DISCIPLINE AS A STRATEGY TO FACILITATE LEARNING IN MECHANICAL ENGINEERING

João Paulo Barbosa
https://orcid.org/0000-0002-9659-8056
Instituto Federal do Espírito Santo, IFES; Campus São Mateus
São Mateus, Brasil
jpbarbosa@ifes.edu.br

Kamilla Malverdi Barcelos
https://orcid.org/0000-0003-4816-5472
Instituto Federal do Espírito Santo, IFES; Campus São Mateus
São Mateus, Brasil
kamilla.barcelos@ifes.edu.br

Carolina Lomando Cañete
https://orcid.org/0000-0002-3868-3703
Instituto Federal do Espírito Santo, IFES; Campus São Mateus
São Mateus, Brasil
carolcanete@ifes.edu.br

Resumo. Na disciplina de Mecanismos para o curso de Engenharia Mecânica, a compreensão dos conteúdos de Grau de Liberdade e Síntese Gráfica de Movimentos, por parte dos alunos, têm sido difíceis, especialmente no que se refere ao entendimento da ideia de ponto morto. Modelos didáticos são construções que permitem aproximações de conteúdos teóricos ao objeto de estudo, possibilitando ao aluno uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. O presente trabalho objetivou avaliar a construção de modelos didáticos clássicos de mecanismos como facilitador da aprendizagem. Os alunos foram convidados a participarem trazendo papelão, tesoura e palitos de dente. Os 14 participantes foram divididos em grupos e receberam a orientação para confeccionar elos e juntas, de tal modo que o mecanismo apresentasse mobilidade e permitisse a visualização da trajetória máxima de cada elo (ponto morto). Ao final da atividade, foram convidados a responder um questionário com 10 questões fechadas em escala Likert, duas questões com atribuição de nota de zero a cinco e duas questões abertas. Foi possível perceber que os alunos consideraram que a atividade facilitou o entendimento do conteúdo. O coeficiente de alfa Cronbach indicou alta confiabilidade do questionário, e a moda e a mediana das respostas foram cinco na escala, indicando que "concordo totalmente" foi a resposta mais frequente. Quando convidados a atribuir nota sobre o ganho de aprendizagem, 86% atribuíram notas quatro ou cinco. Após a atividade, foi realizada a prova do conteúdo, em que 71,4% obtiveram nota superior a 7,5 dos 10 pontos avaliados. Desta forma, percebeu-se que, ao mesmo tempo em que a construção dos modelos propiciou maior compreensão do conteúdo, também permitiu que os alunos fossem protagonistas da aprendizagem.

Palavras-chave: Grau de Liberdade; Síntese Gráfica de Movimentos; Mecanismos Mecânicos; Modelos Didáticos

Abstract. In the Mechanisms course for Mechanical Engineering students, understanding the concepts of Degrees of Freedom and Graphical Synthesis of Movements has been difficult, especially regarding the concept of dead center. Didactic models are constructions that facilitate the approximation of theoretical content to the object of study, enabling students to actively participate in the teaching-learning process. This work aimed to evaluate the construction of classic didactic models of mechanisms as a facilitator of learning. Students were invited to participate by bringing cardboard, scissors, and toothpicks. The 14 participants were divided into groups and instructed to construct links and joints in such a way that the mechanism exhibited mobility and allowed visualization of the maximum trajectory of each link (dead center). At the end of the activity, they were invited to answer a questionnaire with 10 closed questions on a Likert scale, two questions with a score from zero to five, and two open-ended questions. It was observed that the students considered the activity to have facilitated their understanding of the content. Cronbach's alpha coefficient indicated high reliability of

the questionnaire, and the mode and median of the responses were five on the scale, indicating that "strongly agree" was the most frequent response. When asked to rate the learning gain, 86% assigned scores four or five. After the activity, a content test was conducted, in which 71.4% obtained a score higher than 7.5 out of 10 points. Thus, it was observed that, while the construction of the models provided greater understanding of the content, it also allowed students to be protagonists in their learning.

Keywords: Degree of Freedom; Graphical Synthesis of Motion; Mechanical Mechanisms; Didactic Models

1. INTRODUÇÃO

Modelos didáticos são materiais que permitem aproximações de conteúdos teóricos ao objeto de estudo, levando o aluno a uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem. Os modelos didáticos funcionam como ferramentas que permitem expor estruturas ou processos biológicos, favorecendo a compreensão de fenômenos complexos e abstratos e tornando o aprendizado mais concreto (Dantas et al., 2016).

Pode-se considerar que a ausência de recursos didáticos que envolvam o aluno afeta negativamente o ensino. Neste contexto, Queiroz e Lima (2023) pontuam que mudanças são necessárias tanto nos programas como nos processos de ensino, exigindo que os professores renovem e aprimorem sua prática com o objetivo de alcançar resultados mais promissores no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, os recursos didáticos podem tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e atrativo, trazendo um conjunto de elementos de associação, capazes de transformar os conceitos em aprendizado concreto. Nos cursos de engenharia, ao criar um modelo didático, os alunos têm a oportunidade de explorar conceitos mecânicos, como articulações em mecanismos, sistemas de polias, sistemas de alavancas e sistemas de elevação. Essa abordagem prática pode tornar o aprendizado mais envolvente e de fácil assimilação.

Na disciplina de Mecanismos, do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Espírito Santo, são trabalhados os conteúdos de Grau de Liberdade e Síntese Gráfica de Movimentos em Mecanismos Mecânicos. Ao longo dos anos ministrando a disciplina, tem-se observado significativa dificuldade dos alunos na compreensão dos conteúdos, especialmente no que se refere ao conceito de ponto morto, por se tratar de um conteúdo que exige capacidade de visualização tridimensional e adequada compreensão espacial dos movimentos envolvidos. Nesse sentido, Miranda (2002) pontua que metodologias alternativas de ensino podem facilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, de socialização, motivação e a criatividade.

Embora a literatura apresente possibilidades para o uso de modelos didáticos em disciplinas como Matemática, Química e Física, ainda são pouco frequentes os estudos que abordam sua aplicação como ferramentas de ensino em disciplinas específicas dos cursos de Engenharia. Assim, a construção de modelos de mecanismos mecânicos pelos alunos pode ser uma ferramenta valiosa para facilitar a compreensão teórica dos conceitos da disciplina, proporcionando uma abordagem prática e tangível.

1.1 Contextualização teórica

O ensino nas engenharias tem sido constantemente desafiado a superar métodos puramente expositivos, buscando estratégias que aproximem teoria e prática e coloquem o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Em disciplinas de base técnica, como Mecanismos, essa necessidade se torna ainda mais evidente, uma vez que os conteúdos exigem visualização espacial, compreensão de movimentos e interpretação de relações cinemáticas que nem sempre são facilmente assimiladas apenas por meio de representações bidimensionais. Nesse cenário, o uso de modelos didáticos e de metodologias ativas tem sido apontado como alternativa consistente para favorecer uma aprendizagem mais concreta, participativa e reflexiva.

De acordo com Libâneo (2013), o processo de ensino-aprendizagem exige intencionalidade pedagógica, planejamento e a escolha consciente de estratégias que promovam a participação ativa dos estudantes. Para o autor, ensinar não significa apenas transmitir conteúdos, mas criar condições didáticas que possibilitem a compreensão significativa dos conceitos. Nessa perspectiva, o material didático assume papel central ao mediar a relação entre o conhecimento científico e o aluno, contribuindo para tornar mais acessíveis conteúdos de natureza abstrata.

Essa compreensão dialoga com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), segundo a qual novos conhecimentos são incorporados de maneira mais efetiva quando conseguem se relacionar a estruturas cognitivas já existentes. Rodrigues e Barbosa (2022) discutem a modelagem da aprendizagem ativa em cursos de engenharia, defendendo a reorganização das práticas pedagógicas a partir de estratégias que promovam o protagonismo estudantil e a interação entre pares, pois atividades práticas e colaborativas potencializam não apenas competências técnicas, mas também habilidades socioemocionais. Assim, recursos que favoreçam visualização, manipulação e experimentação tendem a facilitar a ancoragem de conceitos complexos, especialmente em disciplinas que demandam raciocínio espacial e entendimento de relações cinemáticas, como Mecanismos.

No contexto do ensino em engenharia, as metodologias ativas têm se consolidado como estratégias capazes de deslocar o protagonismo do professor para o estudante, incentivando a experimentação concreta e a resolução de problemas. Valença (2023), em revisão bibliométrica sobre o tema, identificou que abordagens como aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida e atividades *hands-on* figuram entre as práticas mais investigadas e aplicadas com resultados positivos na aprendizagem.

A relevância dessas metodologias no ensino superior também foi evidenciada por Silva, Lira e Ruela (2024), em uma revisão integrativa que destaca como tais práticas favorecem experiências voltadas à resolução de problemas. Essa perspectiva está alinhada a um modelo formativo que valoriza a ação e a reflexão do estudante sobre o próprio processo de aprendizagem. Ao compararem turmas que utilizaram metodologias ativas com outras que mantiveram abordagem tradicional, Gonçalves, Oliveira e Ferreira (2020) observaram maior autonomia e participação dos alunos submetidos às estratégias participativas. Freitas e Fortes (2020) também verificaram que atividades que exigem envolvimento direto na resolução de problemas ampliam a compreensão conceitual e fortalecem a autonomia e a motivação acadêmica.

Em âmbito internacional, Freeman et al. (2014), em meta-análise com 225 estudos na área de STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), demonstraram que a aprendizagem ativa reduz taxas de reprovação e melhora o desempenho em avaliações conceituais. No contexto brasileiro, Carvalho e Silva (2024) identificaram que práticas que envolvem construção, simulação e resolução de problemas reais favorecem uma maior retenção de conteúdo em cursos de Engenharia de Produção. Brum, Purcidonio e Ferreira (2017), ao relatarem experiência no CEFET/RJ, também observaram aumento da participação e melhor desempenho discente após a implementação de atividades colaborativas. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2021), em estudo comparativo no curso de Engenharia Civil, e por Daciolo (2022), ao analisar trabalhos apresentados no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) entre os anos de 2016 e 2020, evidenciando crescimento consistente da adoção de metodologias ativas nos cursos de engenharia brasileiros, especialmente por meio de desafios construtivos e projetos aplicados.

No caso específico da disciplina de Mecanismos, as dificuldades de aprendizagem frequentemente estão associadas à compreensão de conceitos como grau de liberdade, síntese gráfica de movimentos e ponto morto, que demandam visualização tridimensional e entendimento das relações entre elos e articulações de mecanismos mecânicos. Estudos sobre visualização espacial reforçam essa necessidade. Alias, Black e Gray (2002), por exemplo,

apontam que dificuldades na representação espacial estão diretamente relacionadas à baixa compreensão de sistemas mecânicos articulados.

Dessa forma, a construção de modelos didáticos se apresenta como uma estratégia alinhada às evidências da literatura, ao promover uma aprendizagem mais ativa, concreta e investigativa. Ao manipular protótipos, o estudante consegue observar limites de movimento do mecanismo, interferências e variações angulares dos elos que muitas vezes permanecem abstratas quando apresentadas apenas em representações bidimensionais. Desse modo, a articulação entre fundamentação teórica e prática construtiva se configura como um caminho promissor para qualificar o ensino de Mecanismos no contexto da engenharia.

2. METODOLOGIA – MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com base na abordagem quali-quantitativa, que, segundo Creswell e Creswell (2021), permite combinar dados qualitativos e quantitativos em uma análise integrada. Minayo e Sanches (1993) ponderam que o estudo quantitativo pode gerar questões para serem aprofundadas qualitativamente, e vice-versa, afirmando que as duas abordagens podem e devem ser usadas de forma complementar.

A estratégia de ensino foi experienciada em duas aulas de 50 minutos com alunos devidamente matriculados na disciplina de Mecanismos Mecânicos no primeiro semestre de 2023 do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Espírito Santo, campus São Mateus.

Após o professor ministrar os conteúdos de graus de liberdade, síntese gráfica da trajetória dos mecanismos mecânicos e seus limites de forma teórica em 8 aulas de 50 minutos, os alunos foram convidados a participarem da atividade prática trazendo papelão, tesoura e palitos de dente. Os quatorze participantes foram divididos em grupos e receberam a orientação de confeccionar elos e juntas (Figura 1), de tal modo que o mecanismo apresentasse mobilidade e permitisse a visualização da trajetória máxima de cada elo (ponto morto). Para realizarem a atividade, os alunos tiveram livre acesso a livros e internet.

Após cada grupo montar o seu próprio mecanismo (Figura 1), os alunos foram convidados a apresentar aos colegas das outras equipes o que construíram, as dificuldades encontradas e o que foi possível aprender com a construção.

Ao final da atividade, os estudantes foram convidados a responder a um questionário composto por 14 questões, sendo 10 afirmações em escala Likert, duas questões com atribuição de nota de zero a cinco e duas questões abertas. O instrumento teve como objetivo avaliar a percepção dos participantes acerca da atividade desenvolvida.

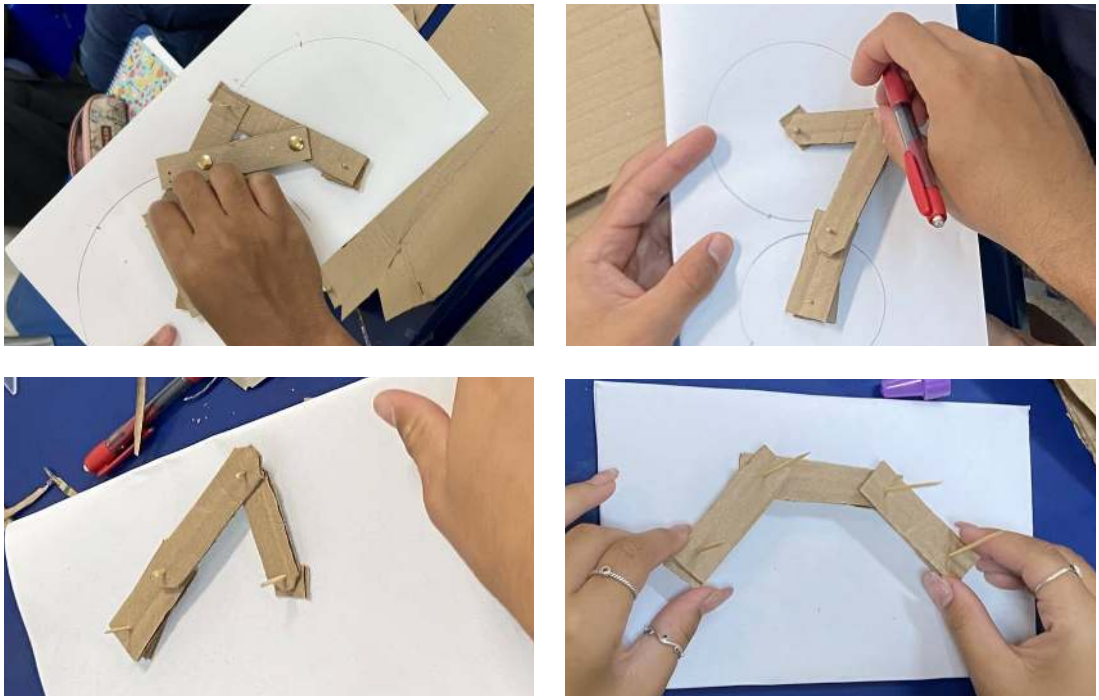


Figura 1. Modelos de mecanismos construídos pelos alunos durante a atividade de ponto morte e grau de liberdade.

Fonte: Autores (2023)

A consistência interna das questões em escala Likert foi verificada por meio do coeficiente alfa de Cronbach (CAC), a fim de analisar a confiabilidade do instrumento. Para o tratamento dos dados quantitativos, foram utilizadas medidas de tendência central, especificamente mediana e moda, consideradas mais adequadas à natureza ordinal da escala adotada.

As respostas às questões abertas foram analisadas de forma descritiva, buscando identificar padrões, percepções recorrentes e contribuições relevantes para a compreensão dos resultados. Para garantir o anonimato, os participantes foram identificados pela letra “A”, seguida de numeração sequencial (A1, A2, A3...).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quatorze estudantes que participaram da aula responderam ao questionário de avaliação do processo pedagógico desenvolvido. Durante a construção dos modelos didáticos, foi possível perceber que os alunos buscavam compreender, de forma prática, os conteúdos teóricos trabalhados, estabelecendo relações entre a explicação conceitual e a aplicação concreta.

No decorrer da aplicação da atividade, um estudante relatou ao professor, em sala de aula, que anteriormente compreendia os mecanismos na Engenharia como uma ideia semelhante a concepções equivocadas amplamente difundidas na sociedade, como o terraplanismo. Entretanto, após a realização da atividade, afirmou ter percebido que as articulações e seus movimentos são, de fato, possíveis e coerentes do ponto de vista técnico. O relato do estudante evidencia que a experiência prática contribuiu para a superação de concepções equivocadas acerca dos mecanismos, favorecendo uma compreensão mais concreta do conteúdo. Esse resultado converge com Valença (2023), ao destacar que metodologias ativas favorecem a participação do estudante e a aplicação prática dos conhecimentos. O autor também destaca que tais abordagens pedagógicas possuem elevado potencial de engajamento no contexto da Engenharia, contribuindo na preparação dos futuros profissionais frente às exigências contemporâneas do mercado de trabalho.

Na análise das questões em escala Likert, o coeficiente alfa de Cronbach obtido foi de 0,9, evidenciando elevada confiabilidade do instrumento aplicado. O CAC avalia a consistência interna do questionário ao mensurar o grau de correlação entre as respostas fornecidas pelos participantes, a partir do padrão de respostas observado (Hora et al., 2010). Seus valores variam de 0 a 1, sendo que índices inferiores a 0,6 indicam baixa consistência interna, valores em torno de 0,7 apontam confiabilidade aceitável e resultados superiores a 0,8 demonstram boa consistência do instrumento (Wijaya, 2016).

As medidas de tendência central, indicadas pelo cálculo da moda e mediana, coincidiram no valor 5, indicando "concordo totalmente" como a resposta mais frequente. Mascarenhas, Dias e Bonaldo (2017) afirmam que, sempre que os valores da moda e da mediana são iguais, essa resposta pode ser considerada bastante representativa das escolhas realizadas pelos respondentes.

A Figura 2 apresenta a distribuição das respostas referentes à percepção dos alunos sobre a realização das atividades ao responderem as 10 questões em escala Likert. Ressalta-se que, em nenhuma das afirmativas, foram assinaladas as opções "discordo" ou "discordo totalmente", evidenciando uma avaliação predominantemente positiva.

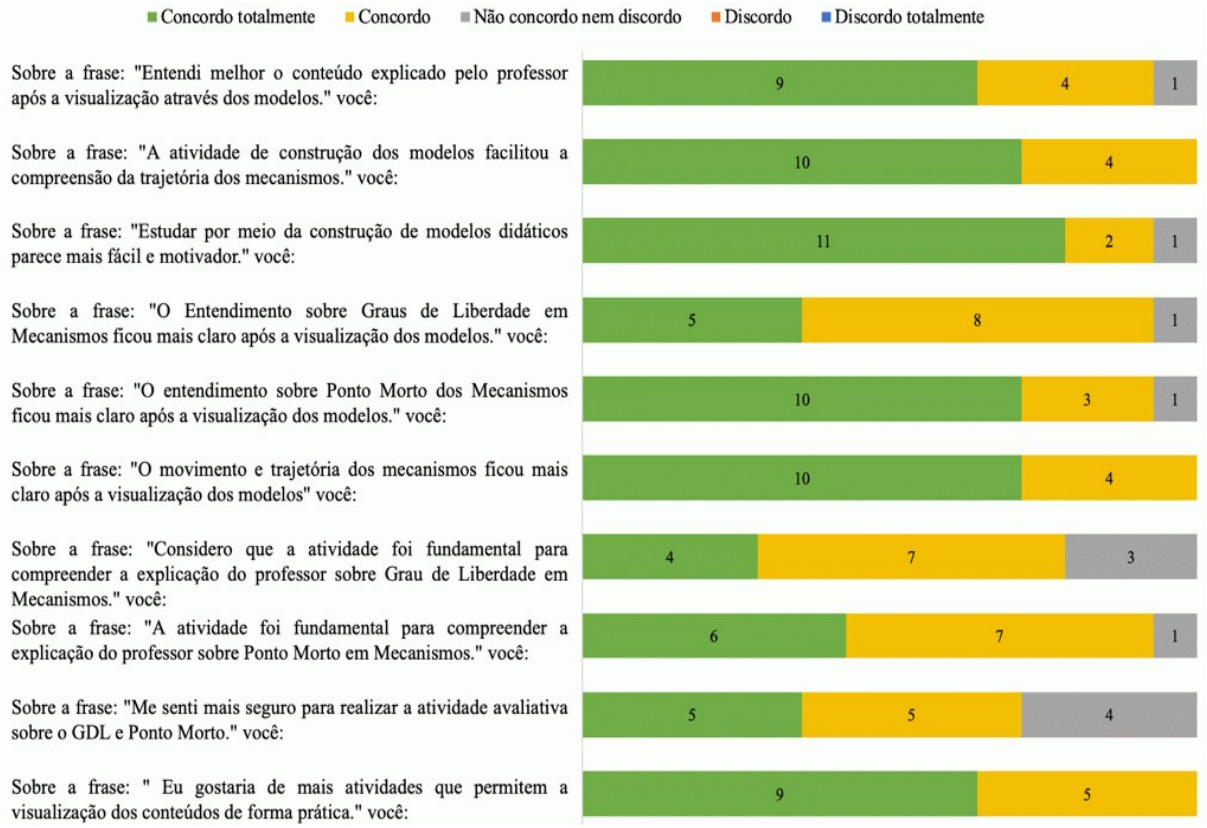


Figura 2. Distribuição das respostas em escala Likert sobre a percepção dos estudantes acerca da atividade de construção dos modelos didáticos.

Fonte: Autores (2023)

Nas afirmações relacionadas à compreensão da trajetória dos mecanismos, ao entendimento de graus de liberdade e à explicação sobre ponto morto, a maioria dos estudantes marcou "concordo" ou "concordo totalmente", sugerindo que a atividade contribuiu de maneira significativa para a aprendizagem desses conceitos.

Entretanto, na afirmativa referente à clareza sobre graus de liberdade após a visualização dos modelos, oito alunos assinalaram "concordo", e não "concordo totalmente". As respostas relacionadas à compreensão dos mecanismos foram predominantemente positivas, embora

parte dos estudantes tenha indicado apenas concordância parcial quanto ao entendimento de graus de liberdade, sugerindo possibilidade de aprofundamento desse conteúdo. É possível observar que as respostas dos estudantes corroboram Silva, Lira e Ruela (2024), ao evidenciarem que as metodologias ativas se configuram como um recurso relevante, capaz de favorecer de forma significativa e eficaz o processo de ensino e aprendizagem.

A totalidade dos estudantes concordou com a afirmativa de que gostaria de participar de mais atividades que permitam a visualização prática dos conteúdos, evidenciando que esse tipo de abordagem desperta interesse e aumenta a motivação para aprender. O fato das respostas se concentrarem nos níveis superiores da escala de Likert indica que a atividade conseguiu mobilizar os estudantes de forma significativa no aprendizado de conteúdos que exigem a visualização tridimensional do movimento.

Quando convidados a atribuir uma nota entre 0 e 5 para avaliar o ganho de aprendizagem proporcionado pela atividade, 86% dos estudantes atribuíram notas 4 ou 5, revelando uma percepção amplamente positiva quanto à contribuição da proposta para sua compreensão dos conteúdos. Esse resultado sugere que a utilização de modelos didáticos foi reconhecida como estratégia eficaz para favorecer a assimilação dos conceitos trabalhados. Em relação à autoavaliação da dedicação na realização da atividade com os modelos, 36% dos estudantes atribuíram nota 5 e 50% nota 4, totalizando 86% de avaliações nos níveis mais elevados da escala. Esse dado evidencia que os próprios participantes reconhecem um alto nível de envolvimento e empenho durante o desenvolvimento da proposta.

Ao analisar conjuntamente as questões referentes à atribuição de nota, observou-se que, dos quatorze participantes, dez atribuíram a mesma pontuação para ambas as perguntas. Esse resultado pode indicar uma associação percebida pelos estudantes entre dedicação e aprendizagem.

A análise descritiva das respostas à pergunta aberta “Se fosse possível, o que você gostaria que fosse diferente na atividade de construção de modelo didático?” revelou percepções predominantemente positivas sobre a atividade com modelos didáticos, acompanhadas de sugestões pontuais de aprimoramento. De forma geral, os estudantes demonstraram satisfação com a proposta desenvolvida. Os participantes A3, A7 e A12 afirmaram que não fariam alterações na atividade, destacando seu caráter didático e interessante.

De modo semelhante, A4 ressaltou que a metodologia foi suficiente para a aprendizagem, enfatizando tanto o trabalho em grupo quanto o suporte do professor durante a construção do mecanismo. O estudante A8 também destacou que o método contribuiu para uma melhor compreensão do funcionamento dos mecanismos. Esse resultado converge com Guimarães e Santos (2025), que, ao aplicarem a metodologia ativa de gamificação, constataram que a maioria dos estudantes relatou sentir-se motivada na maior parte do tempo ou sempre, evidenciando que a metodologia pode atuar como mecanismo de incentivo à aprendizagem.

As respostas permitem inferir que a atividade atingiu seu objetivo pedagógico ao promover a aprendizagem conceitual, o desenvolvimento da visualização espacial e a interação colaborativa. Conforme destacam Abdo et al. (2024), habilidades eficazes de visualização e raciocínio espacial estão frequentemente relacionadas ao sucesso de estudantes em cursos de Ciências e Engenharia; entretanto, nem sempre esses alunos são adequadamente expostos ou orientados quanto às melhores estratégias para utilizar modelos como apoio ao aprendizado. Nesse sentido, o presente estudo apresenta-se como uma possibilidade de contribuição para o fortalecimento dessas habilidades no contexto do ensino de mecanismos. Assim como constatado nesta pesquisa, Pertence, Jardim e Santos (2000) observaram que o uso de CAD (*Computer-Aided Design*) para o desenvolvimento de modelos didáticos de Desenho Mecânico possibilitou aos educandos a interpretação de desenhos e, consequentemente, o aprimoramento de suas capacidades de observação, percepção, memória e raciocínio.

Por outro lado, um conjunto significativo de respostas apresenta sugestões de melhoria relacionadas principalmente a aspectos estruturais e organizacionais. Os participantes A1 e A9 mencionaram a necessidade de materiais mais adequados ou em maior quantidade, evidenciando que limitações de recursos podem ter impactado a execução da atividade. Na mesma direção, A5 sugeriu que parte dos materiais já viesse previamente preparada (elos cortados), a fim de otimizar o tempo em sala e permitir maior diversidade de modelos. Essas manifestações conduzem à reflexão de que, em uma próxima aplicação, seria pertinente ampliar o tempo destinado à atividade, permitindo mais tempo na construção dos mecanismos.

Além disso, mostra-se recomendável explicitar com maior detalhamento quais materiais devem ser providenciados, bem como as respectivas quantidades necessárias. Há também a possibilidade de solicitar que determinados elementos sejam previamente preparados, a fim de tornar a organização mais eficiente e otimizar o tempo em sala. Contudo, essa alternativa pode reduzir o acompanhamento do processo de construção pelo professor, assim como as orientações oferecidas durante a atividade e a interação entre os colegas, aspectos que se mostraram relevantes ao longo da prática.

O estudante A14 sugeriu a utilização de materiais mais apropriados, como peças de *Lego Mindstorms*, apontando para a possibilidade de maior precisão, padronização e facilidade na montagem dos mecanismos. De fato, o uso dessa plataforma constitui uma alternativa viável e já explorada em contextos educacionais, sobretudo por favorecer a prototipagem e a experimentação na engenharia (Simões et al., 2006). No entanto, destaca-se que o objetivo da proposta aqui avaliada não foi a utilização de modelos prontos ou sistemas previamente estruturados, mas sim incentivar que o estudante fosse capaz de conceber, planejar e construir o mecanismo a partir da visualização espacial e da compreensão conceitual dos elementos constituintes. Segundo Kraemer e Kieckow (2021), a metodologia adotada pelo professor e os materiais didáticos utilizados em sala de aula são elementos fundamentais para a efetivação do processo de aprendizagem, sendo as práticas experimentais particularmente relevantes nesse contexto por contribuírem de forma significativa para a compreensão dos conteúdos.

Outra categoria recorrente refere-se à ampliação do tempo e à valorização avaliativa da prática. O participante A10 indicou a necessidade de mais aulas para a construção dos mecanismos, enquanto A6 sugeriu a atribuição de pontuação à atividade, o que pode sinalizar a importância do reconhecimento formal do esforço empreendido. A2 propôs que os grupos elaborassem modelos e os apresentassem como atividade avaliativa, reforçando a dimensão formativa da atividade.

A proposta de incluir a atividade como parte do processo avaliativo pode ser considerada pertinente, especialmente à luz dos resultados encontrados por Da Paz e Ruas (2019), que ao investigarem a percepção dos alunos sobre a elaboração de modelos físicos na disciplina de Resistência dos Materiais, por meio de questionário em escala Likert, as autoras verificaram que os estudantes reconheceram que a construção do modelo contribuiu para a visualização da situação estudada. Contudo, também observaram que, na ausência de uma recompensa, como a atribuição de ponto extra, parte dos alunos não demonstraria interesse em participar da atividade. No presente estudo, não se constatou falta de interesse por parte dos estudantes, uma vez que as respostas indicaram envolvimento e avaliação positiva da proposta. Ainda assim, a atribuição de nota pode configurar-se como um fator adicional de estímulo, capaz de ampliar a participação discente e reforçar o engajamento com o conteúdo trabalhado.

Os dados indicam que a construção e a manipulação de modelos didáticos não apenas favorecem a compreensão conceitual, mas também estimulam maior engajamento dos estudantes, aspecto fundamental para a consolidação de aprendizagens mais duradouras e significativas. Esse resultado converge com as observações de Carvalho e Silva (2024), que, ao analisarem a aplicação de estratégias ativas de aprendizagem no ensino de Engenharia de Produção, verificaram que tais abordagens apresentam potencial para transformar o processo

educacional, tornando-o mais inclusivo e participativo, além de contribuírem para um ensino mais dinâmico e alinhado às demandas do mercado de trabalho.

Uma percepção crítica foi pontuada por A13, que considerou o modelo simplório e a atividade pouco necessária, uma vez que o conteúdo já havia sido bem explicado. Essa resposta, embora minoritária, indica que alguns estudantes apresentam facilidade na visualização espacial dos mecanismos, bem como de seu funcionamento. Para este tipo de aluno, a prática poderia ser mais desafiadora ou aprofundada. A metodologia adotada buscou seguir a mesma sequência lógica utilizada nas aulas teóricas. Foram empregados mecanismos com juntas completas, realizando-se a análise dos elos em um único plano. Como proposta para estudantes com facilidade de visualização espacial, sugere-se a utilização de meias-juntas ou de mecanismos com elos em movimento nos três eixos de coordenadas.

No final do questionário, foi disponibilizado um espaço opcional para que os estudantes registrassem comentários adicionais sobre a atividade. Dos quatorze participantes, 4 apresentaram considerações. As manifestações foram críticas positivas, ressaltando o caráter didático da proposta, ao mesmo tempo em que trouxeram sugestões pontuais de melhoria para o aprimoramento da atividade. O participante A13 indicou a necessidade de maior clareza na identificação dos elementos do mecanismo, especialmente quanto à distinção entre elos e juntas, enquanto A5 sugeriu ajustes na organização da prática, visando um melhor aproveitamento do tempo.

Após a atividade, 71,4% dos estudantes obtiveram nota superior a 7,5 na avaliação do conteúdo, resultado considerado superior ao observado em turmas anteriores. Estudos prévios também relatam melhora na aprendizagem após utilização de modelos tridimensionais e metodologias ativas (Pertence, Jardim e Santos, 2000; Silva, 2021).

Considerando que Valença (2023) destaca que, apesar do crescente interesse e da relevância das metodologias ativas no ensino de Engenharia, ainda existem lacunas quanto às tendências e à efetiva implementação dessas abordagens nesse contexto, o presente estudo configura-se como uma alternativa viável para o ensino de mecanismos no curso de Engenharia Mecânica, ao posicionar o estudante no centro do processo de aprendizagem.

A análise da percepção dos estudantes evidencia que a atividade foi bem recebida, sendo reconhecida como didática e facilitadora da compreensão dos mecanismos. As sugestões concentram-se principalmente na melhoria dos materiais, na ampliação do tempo disponível e na incorporação de estratégias avaliativas, apontando caminhos concretos para o aprimoramento da proposta em futuras aplicações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção dos modelos favoreceu não apenas a ampliação da compreensão dos conteúdos, mas também o envolvimento ativo dos alunos na produção do conhecimento, colocando-os como participantes efetivos do processo de aprendizagem. A aplicabilidade do modelo didático de mecanismos mecânicos subsidiou o trabalho docente ao possibilitar que o estudante criasse, construísse e visualizasse o encaixe das juntas nos elos, compreendendo de maneira mais clara conceitos específicos, a movimentação dos mecanismos, o ponto morto dos elos e os graus de liberdade.

A utilização de modelos didáticos na disciplina de Mecanismos mostrou-se uma estratégia eficiente para o entendimento desses conceitos, ao associar visualização espacial, experimentação concreta e interação colaborativa. Os discentes demonstraram motivação e atribuíram valor à atividade desenvolvida, reconhecendo sua contribuição para a aprendizagem. Evidencia-se que aulas mais dinâmicas e significativas podem ser implementadas por meio de recursos didáticos simples, como o aqui proposto, favorecendo a compreensão conceitual e o protagonismo discente no contexto da Engenharia.

DOI https://doi.org/10.14571/brajets.v19.n3.1062-1072
ISSN 2316-9907

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio institucional concedido para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Abdo, S. N., Hsu, J. L., Kapetanakis, C., Newman, D. L., Wright, L. K., & Bailey, J. (2024). An exploration of spatial visualization skills: Investigating students' use of 3D models in science problems during think-aloud interviews. *Journal of Chemical Education, 101*(9), 3624–3634.

Alias, M., Black, T. R., & Gray, D. E. (2002). Effect of instructions on spatial visualisation ability in civil engineering students. *International Education Journal, 3*(1), 1–12.

Ausubel, D. P. (2003). *Psicologia educacional: Uma perspectiva cognitiva* (7ª ed.). Editora Interamericana.

Brum, K. F., Purcidonio, P. M., & Ferreira, M. L. A. (2017). Aprendizagem ativa no ensino de engenharia de métodos: Uma experiência no CEFET/RJ. *Revista Produção Online, 17*(3), 956–973.

Carvalho, I. A., & Silva, C. M. (2024). Estratégias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia de produção. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 10*(11), 4137–4149.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2021). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto* (5ª ed.). Penso.

Daciolo, L. V. P. (2022). Análise de metodologias ativas de ensino-aprendizagem abordadas no COBENGE. *Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, 8*, e178122.

Dantas, A. P. J., Dantas, T. A. V., Farias, M. I. R. de, Silva, R. P., & Costa, N. P. da. (2016). Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In *Anais do III CONEDU*. Realize Editora.

da Paz, G. L. G., & Ruas, S. R. C. (2019). Elaboração de modelos físicos para resistência dos materiais: Uma experiência didática. *Revista de Ensino de Engenharia, 39*(2), 48–54.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(23), 8410–8415.

Freitas, E. J. R., & Fortes, L. S. (2020). Aprendizagem ativa aplicada à engenharia: Um estudo sobre a percepção do aprendizado. *Revista de Ensino de Engenharia, 39*, 295–311.

Gonçalves, L. M., Oliveira, A. M., & Ferreira, A. G. (2020). O uso de metodologias ativas no ensino para estudantes de engenharia em uma universidade pública, em tempos de atividades remotas. *Research, Society and Development, 9*(10), e8819109131.

Guimarães, N. A. R., & Santos, M. S. F. (2025). Aplicação de jogos como estratégias de aprendizagem para o ensino na engenharia de produção. *Revista de Ensino de Engenharia, 44*, 507–525.

Hora, H. R. M., Monteiro, G. T. R., & Arica, J. (2010). Confiabilidade em questionários para qualidade: Um estudo com o coeficiente alfa de Cronbach. *Produto & Produção, 11*(2), 85–103.

Kraemer, F. A., & Kieckow, F. (2021). Experimentação como estratégia didática no ensino de mecânica dos sólidos na engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia, 40*, 181–188.

Libâneo, J. C. (2013). *Didática* (2. ed.). Cortez.

Mascarenhas, F. J. R., Dias, V. C., & Bonaldo, E. (2017). Impactos da utilização dos softwares no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de teoria de estruturas na PUC Minas Barreiro. In *Anais do XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)*.

Minayo, M. C. D. S., & Sanches, O. (1993). Quantitativo-qualitativo: Oposição ou complementaridade? *Cadernos de Saúde Pública, 9*, 237–248.

Miranda, S. de. (2002). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas Críticas, 8*(14), 21–34. https://doi.org/10.26512/lc.v8i14.2989

Pertence, A. E. M., Jardim, H. V., & Santos, D. M. C. (2000). Uso de sólidos elementares gerados através de plataforma CAD no desenvolvimento de modelos didáticos para o ensino de desenho mecânico. In *Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*.

Queiroz, R. O., & Lima, A. A. (2023). Modelos analógicos utilizados por professores de química no ensino de isomeria (3D). *Experiências em Ensino de Ciências, 18*(1), 260–282.

Rodrigues, J. C., & Barbosa, J. G. A. (2022). Possibilidades para a modelagem da aprendizagem ativa no projeto pedagógico dos cursos de engenharia. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 3*(1).

Silva, A. L. R., Lira, B. R. F., & Ruela, G. A. (2024). Importância das metodologias ativas de ensino-aprendizagem no ensino superior: Uma revisão integrativa. *Research, Society and Development, 13*(4), e7313445360.

Silva, R. R. C. (2021). Metodologias passivas versus ativas: Estudo de campo num curso de graduação em engenharia civil. *Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, 7*, e136721.

Simões, A. S., Martins, A. C. G., Carrion, R., & Franchin, M. N. (2006). Utilizando a plataforma LEGO Mindstorm® em disciplinas do ciclo básico do curso de Engenharia Mecatrônica. In *Anais do XXVI Congresso da SBC, ENRI-II Encontro de Robótica Inteligente*.

Valença, A. K. A. (2023). Metodologias ativas no ensino de engenharia: Uma revisão bibliométrica. *Revista Produção Online, 23*(2), 4982.

Wijaya, A. (2016). Analysis of factors affecting the use of Google Classroom to support lectures. In *Anais do 5º ICIBA 2016: Conferência Internacional sobre Tecnologia da Informação e Aplicações de Engenharia*, 61–68.