

# EVENTOS CONTEXTUALIZADOS NA DISCIPLINA FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA VISANDO A CONSOLIDAÇÃO DE COMPETÊNCIAS

Filipe Alves Chiapa<sup>1</sup>; Keiti Pereira Vidal de Souza<sup>2</sup>; Hector Alexandre Chaves Gil<sup>2</sup>; Patricia Antonio de Menezes Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

<sup>2</sup> Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

## Resumo.

*Este projeto tem como objetivo a elaboração e aplicação de um evento contextualizado que foi utilizado na disciplina de Fundamentos de Engenharia da 1ª série do curso de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia (CEUN – IMT) - São Caetano do Sul, Brasil, possuindo as interfaces com as disciplinas da 1ª. e 2ª. séries, em particular a aprendizagem baseada em projetos (PjBL) com o foco no eixo profissional e formativo de habilidades específicas da engenharia. Fez-se uma revisão na literatura, para encontrar assuntos de interesse dos estudantes e que os motivem pelo estudo dos conteúdos, com o foco nas competências e habilidades do engenheiro. Assim, contará com uma aula, onde será realizado um teste piloto em que os estudantes irão resolver um evento contextualizado. A atividade contextualizada elaborada versará sobre assuntos referentes a Cálculo Estrutural, Vetores e Geometria Analítica, Resistência dos Materiais e Física I, através do tema “Estrutura reticuladas e Vínculos”. A partir desta atividade, espera-se que o aluno aprenda conceitos fundamentais de vínculos/apoios, nós articulados e rígidos sabendo identificar e calcular as forças externas e internas nas estruturas, em especial nas treliças.*

## Introdução

De acordo com o Ministério da Educação (2018) é de constante crescimento a demanda de uma formação técnica sólida, agregada à uma formação mais humanística e empreendedora. Exemplificando, o mercado de trabalho procura cada vez mais um profissional que tenha como habilidades o trabalho em grupo, liderança, planejamento, gestão estratégica e por fim as *soft skills* – Atualmente não se buscam apenas profissionais com alta competência técnica, *hard skills*, mas sim, há uma crescente demanda para profissionais que dominem as *soft skills*, as quais são habilidades de trabalho em grupo, liderança, planejamento e autonomia. O desenvolvimento destas habilidades é de suma importância para um estudante de engenharia, culminando na recém-publicada revisão das Diretrizes Curriculares (DCNs). Esta, tem como papel principal a estimulação da modernização dos cursos de Engenharia, enaltecimento a inter e transdisciplinaridade bem como o imprescindível papel do professor como condutor das mudanças dentro e fora de sala. De acordo com o parecer CNE/CES nº 1/2019, temos:

*“As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.”*

Adiante, em sua visão, o Ministério da Educação (2018) adverte que uma graduação de Engenharia deve focar em competências, podendo resumir o perfil do egresso em: “Generalista, crítico, humanista, reflexivo, criativo, cooperativo, ético, apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora”. Bem como, a graduação tem como

meta a formação de um profissional com um abrangente conhecimento técnico e a capacidade de se relacionar bem com as pessoas. CAMARENA (2018) versa que uma formação focada em competências deve reivindicar que, em seu âmbito profissional, pessoas devem ser inseridas de forma efetiva e exitosa, para isto é trivial que as instituições de ensino, ao aceitar esta implicação, modifiquem suas estruturas físicas, administrativas e acadêmicas. CAMARENA (2013), tem-se a teoria “A Matemática no Contexto das Ciências”, que propõe uma reflexão sobre o conteúdo da ciência matemática a ser ensinado de forma significativa assim como de que maneira o ensino desta ciência pode contribuir para o desenvolvimento das competências dos alunos. Elaborado desde 1982 no Instituto Politécnico do México, esta pesquisa alude a uma abordagem harmônica das disciplinas matemáticas lecionadas em um curso de graduação de Engenharia, por exemplo: Cálculo Diferencial e Integral, Vetores e Geometria Analítica, Matemática Computacional, entre outras resultarão na capacidade do aluno integrar este conhecimento com as disciplinas do ciclo profissional do curso, a Teoria da Aprendizagem Significativa elaborada por AUSUBEL (1963), instiga que é de indispensável importância a conexão entre um conhecimento prévio, ou seja, já estabelecido em seu subconsciente, e o a ser adquirido para resultar em uma aprendizagem sólida. Logo, temos a inserção dos eventos contextualizados. De acordo com CAMARENA (2017) um evento contextualizado é fundamentado em três pilares: As demais ciências que o aluno estuda, ou seja, vinculação entre as disciplinas, futuras atividades profissionais e de trabalho do graduando e as situações da vida cotidiana, não obstante, este projeto atua na elaboração de uma atividade contextualizada visando a consolidação de competências direcionadas para um aluno de graduação de Engenharia. Para isso, a disciplina de Fundamentos de Engenharia (EFB604) lecionada no Instituto Mauá de Tecnologia e situada em São Caetano do Sul – São Paulo serviu com eixo condutor desta aplicação para os alunos da 1ª série, em busca de uma recepção mais positiva por parte do aluno relacionados aos cursos de formação elementar, os eventos contextualizados têm como principal almejo a estimulação da percepção da importância por parte do graduando dos conceitos apresentados nas disciplinas básicas e sua respectiva utilização na Engenharia (GOMES E FABRI, 2018), diante disso, o evento contextualizado utilizado para a disciplina EFB604 será um problema de forças atuantes em Estruturas Reticuladas juntamente com conceitos de vínculos e o manuseio do “kit estrutural de mola” da empresa Catarse. Tendo como inspiração um roteiro de aula elaborado por CAMARENA (2017) que tem como função a resolução de eventos e descrito em oito itens: a) Entendimento do evento, b) identificação de constantes e variáveis, c) identificação do tema e conceitos envolvidos no evento, d) estabelecimento das relações entre os conceitos, e) estruturação do modelamento matemático, f) resolução do modelamento matemático, g) fornecer a solução do evento h) interpretação da solução do evento.

## **Material e Métodos**

Esta atividade, visando a consolidação das competências, como por exemplo, o trabalho em grupo, autonomia e a comunicação abordou assuntos de Cálculo de Estruturas, Resistência dos Materiais e Física 1. Também, CAMARENA (2011) foi utilizado como inspiração durante a elaboração do evento. A seguir, a atividade aplicada aos alunos será apresentada:

Cada equipe (formada por no máximo por 6 alunos) fez uma leitura prévia do material de apoio disponibilizado no ambiente digital da disciplina (*Moodlerooms*). Além disso, os conceitos fundamentais sobre apoios e treliças foram abordados em aula presencial uma semana antes da aplicação desta atividade. Nesse cenário, as aulas e conteúdos foram disponibilizados *online* na plataforma digital “*Moodlerooms*” a todos os alunos, contemplando as definições dos conceitos, explicações sobre o tema, orientações sobre as ferramentas, apresentação de exemplos e indicação de referências bibliográficas e eletrônicas. Durante a aplicação da atividade, os materiais digitais estavam disponíveis todo o tempo para que os alunos pudessem acessar quantas vezes fossem necessárias. Além disso, também foi disponibilizado aos estudantes o atendimento dos monitores da disciplina para que pudessem tirar dúvidas e obter apoio técnico fora do horário das aulas.

A aplicação da atividade ocorreu no horário regular de aula (100 minutos) e com o apoio dos professores da disciplina, monitores e técnicos laboratoristas.

### Evento Contextualizado sobre Estrutura Reticulada e Vínculos

**Parte Teórica:** As estruturas reticuladas são formadas por peças lineares, ligadas entre si por nós (Figura 1). As treliças são estruturas reticuladas articuladas, dispostas em painéis triangulares e solicitadas por meio de tração ou compressão, comumente presente em estruturas de pontes ou até mesmo de telhados

Figura 1: Estrutura Reticulada no Bloco U do IMT

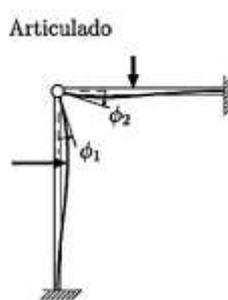


O termo “articulado” significa que os nós, ponto de encontro de duas ou mais barras, são articulações também chamadas de rótulas (Figura 3). Se os nós fossem rígidos (Figura 2) teríamos uma estrutura reticulada contínua.

Figura 2. Nó rígido



Figura 3. Nó articulado



As treliças devem ser construídas com materiais que apresentem boa resistência aos esforços de tração e compressão como o aço e a madeira, sendo que o aço apresenta vantagens em relação à madeira pela maior facilidade na execução dos nós de ligação das barras e menor peso. As **treliças planas** podem ser aplicadas em modelos de guindastes, pontes, viadutos, coberturas e torres e as **treliças espaciais** estão presentes em terminais de metrô, indústrias, ginásio de esportes entre outros. As estruturas necessitam de **apoios** ou **vínculos** para impedir o movimento desta em uma ou mais direções, ou seja, movimentos de translação vertical, translação horizontal ou rotação (Figuras 4 e 5).

Figura 4: Treliça em Telhado

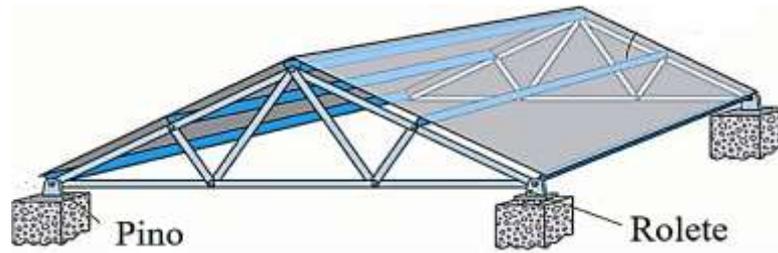
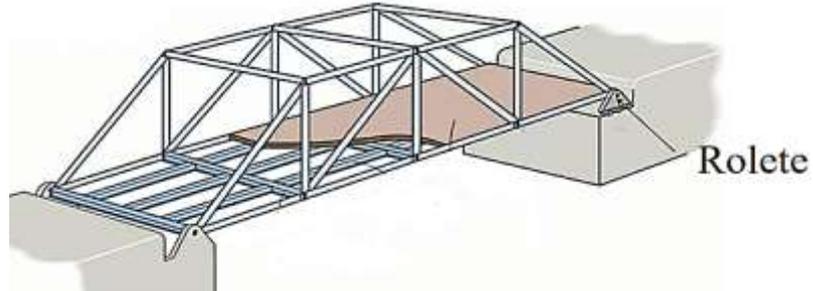


Figura 5: Treliça em Ponte



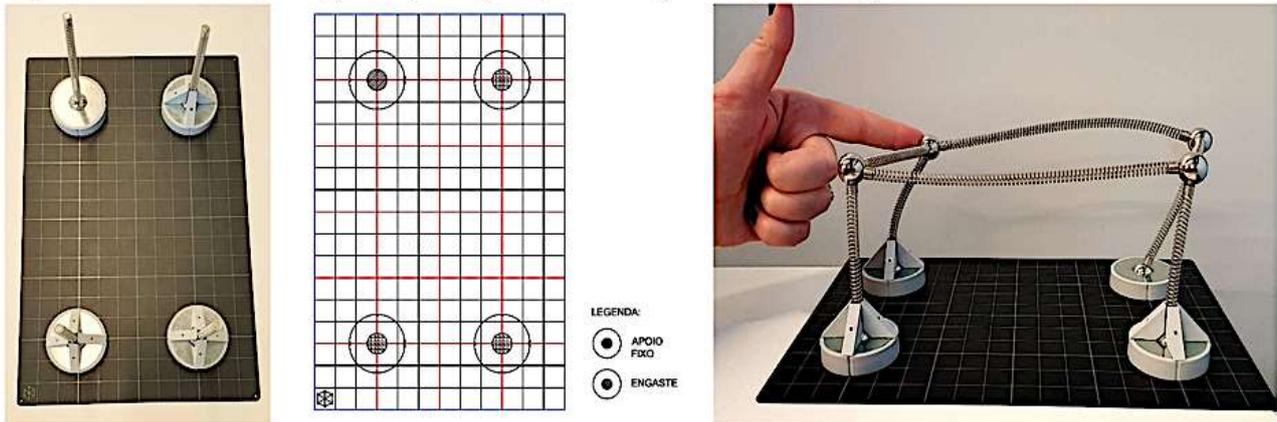
Quadro 1. Apoio em Estruturas

Há três tipos: Apoio Móvel, Apoio Fixo e Engaste (Quadro 1).

Apoio Móvel	Apoio Fixo	Engaste
<p>The diagram shows a roller support symbol (a triangle on a horizontal line). A vertical arrow points up, a vertical arrow points down, a horizontal arrow points left, and a horizontal arrow points right. A curved arrow indicates rotation.</p>	<p>The diagram shows a pin support symbol (a triangle on a hatched horizontal line). A vertical arrow points up, a vertical arrow points down, a horizontal arrow points left, and a horizontal arrow points right. A curved arrow indicates rotation.</p>	<p>The diagram shows an embedded support symbol (a vertical line with hatching on both sides). A vertical arrow points up, a vertical arrow points down, a horizontal arrow points left, and a horizontal arrow points right. A curved arrow indicates rotation.</p>

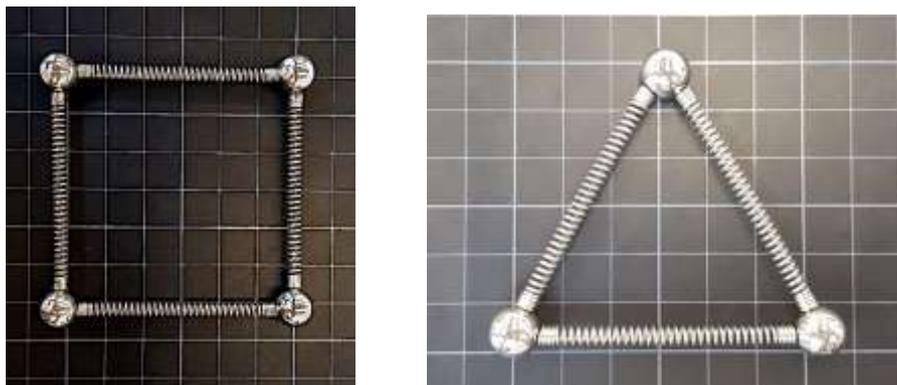
**Problema:** Foi proposto ao aluno um problema dividido em 4 etapas. Na primeira, temos apoios/vínculos e os nós articulados e rígido (Figura 6), onde por meio do “Kit Estrutural Mola 1” o aluno deveria montar a estrutura de acordo com a representação abaixo (Figura 7) e complementar com a formação de uma estrutura reticulada, aplicando forças horizontais e avaliando o comportamento (Figura 8):

Figura 6: Nós articulados e rígidos Figura 7: Representação simplificada da figura 6 Figura 8: Montagem da Estrutura



Na segunda etapa se estudou a estabilidade das estruturas, montando por meio do “kit mola” um quadrado e um triângulo (Figura 9) e aplicando uma força horizontal ou vertical em algum dos nós.

Figura 9: Quadrado e Triângulo para estudo da estabilidade



Na penúltima etapa, temos a construção de uma estrutura em 3 fases para o estudo dos esforços solicitantes na estrutura reticulada articulada. Na primeira, temos uma estrutura instável (Sem a barra AB, Figura 10) o qual ao aplicar uma força vertical mostrou as barras sendo comprimidas e um afastamento das articulações, além do reconhecimento da estrutura quanto treliça. Na segunda fase, foi adicionada uma barra entre os pontos A e B, a fim de verificar a força interna (Tração) e a estabilidade da estrutura (Figura 11). Na terceira etapa foi construída uma estrutura reticulada articulada e aplicada uma força vertical em um dos nós (Figura 12), com o objetivo de o aluno conseguir visualizar na prática as forças internas de tração e compressão nas barras I, II e III. Em seguida, foi proposto um exercício com uma treliça similar a construída com o “Kit Mola” a fim de confirmar pelos cálculos as forças internas visualizadas na prática, conforme enunciado (Figura 13):

Figura 10: Estrutura sem AB.

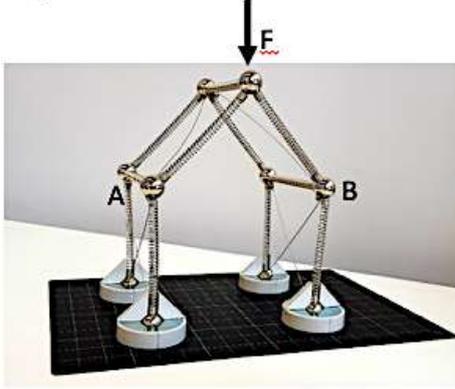


Figura 11: Estrutura com AB.

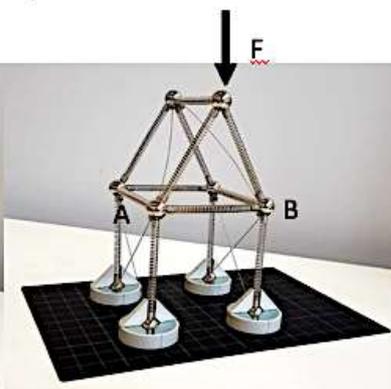
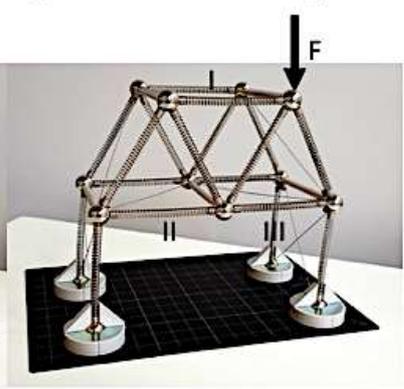
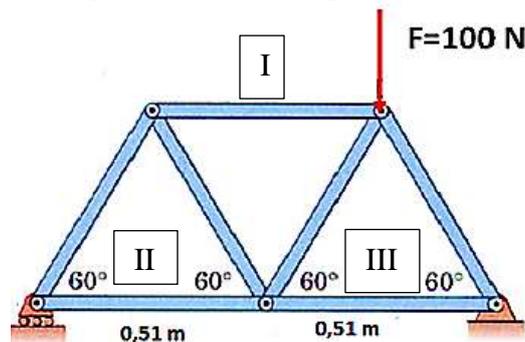


Figura 12: Estrutura Completa



“Considerando uma treliça similar a construída no kit molas, composta por triângulos equiláteros. Calcule as forças internas nas barras I, II e III. Note que um dos apoios é fixo e outro é móvel (diferente do montado com o kit molas)”.

Figura 13: Estrutura para cálculo



## Resultados e Discussão

No final da atividade foi aplicado um questionário *online*, respondido por 251 alunos, com o objetivo de avaliar os resultados, apresentar um *feedback* referente a atividade por parte dos estudantes e mensurar se o objetivo da atividade contextualizada foi atingido. Foram 12 perguntas abordando conteúdo diversos – conteúdo, multidisciplinaridade e competências - evidenciadas a seguir: No início avaliou-se o nível de dificuldade da atividade, majoritariamente possuindo um grau mediano de dificuldade (Figura 14), a suficiência e aplicação dos conhecimentos prévios fornecidos em aula de grupo (Figura 15), a funcionalidade do kit mola para a compreensão dos conceitos aprendidos em aula de teoria (Figura 16) e para a compreensão do conceito de vínculos/apoios das estruturas (Figura 18). Perguntas referente ao conteúdo também foram feitas (Figura 17), sendo estas: “Estruturas reticuladas são formadas por barras e conectadas entre si por nós?” (A); “Você entendeu a diferença entre nó rígido e nó articulado?” (B); “As treliças são estruturas reticuladas articuladas dispostas em painéis triangulares e as cargas atuam somente em:” (C); “Qual(is) a(s) força(s) internas nas treliças?” (D)

Figura 14: Nível de dificuldade da atividade

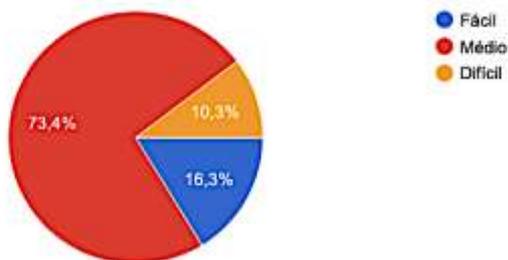


Figura 15: Suficiência do conteúdo prévio fornecido

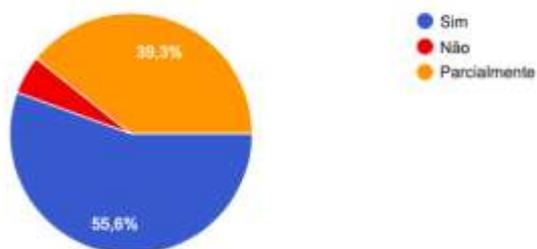


Figura 16: Aplicação do Kit mola

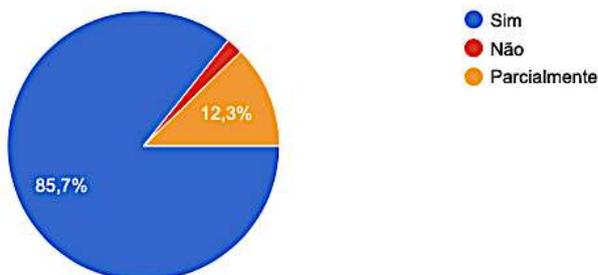


Figura 17.A: Pergunta referente ao conteúdo

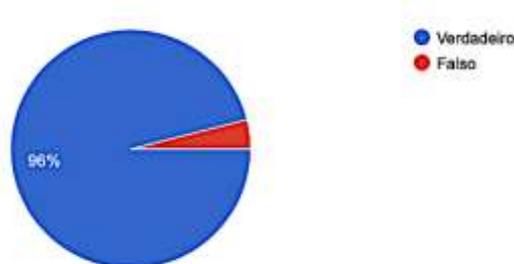


Figura 17.B: Pergunta referente ao conteúdo

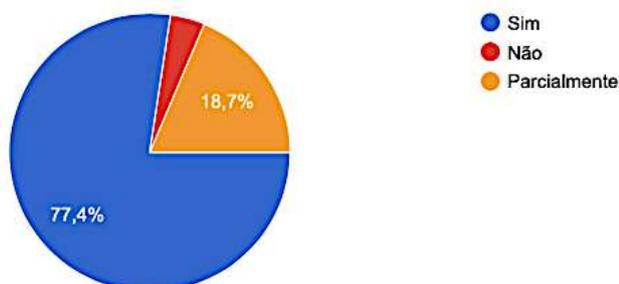


Figura 17.C: Pergunta referente ao conteúdo

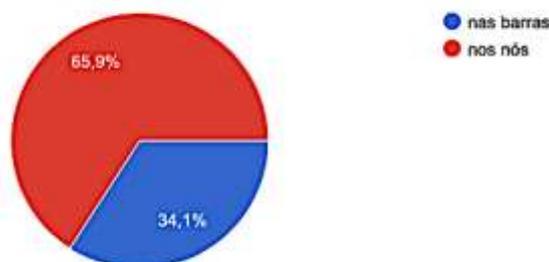


Figura 17.D: Pergunta referente ao conteúdo

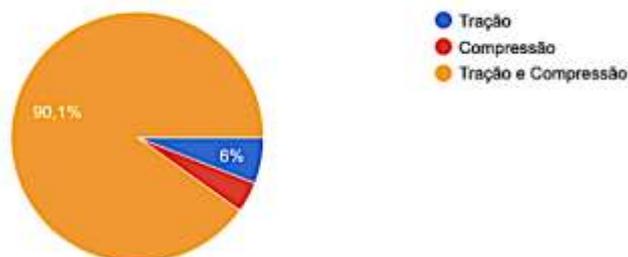
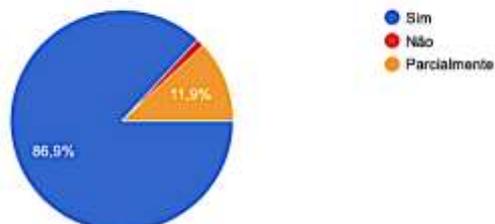


Figura 18: Usabilidade do kit mola para apoios



No cenário da multidisciplinaridade, de acordo com os alunos e com perguntas do tipo: “Para a análise estrutural das treliças foi necessário a interface com quais disciplinas da 1ª série do curso de Engenharia?” e “Quais conceitos prévios adquiridos em disciplinas da 1ª série do curso de Engenharia que são fundamentais para a análise estrutural das treliças?” a atividade possuiu grande interface com as disciplinas de Física 1, Cálculo Diferencial e Integral, Vetores e Geometria Analítica e Desenho (Figura 19 e 20) sendo necessário a utilização de conceitos essenciais aprendidos durante o 1º ano de graduação de Engenharia para a execução da atividade. Além, a avaliação das consolidações das competências: Trabalho em equipe, Autonomia, compreensão, comunicação oral e escrita, raciocínio lógico e resolução de problemas foram as mais reconhecidas (Figura 21).

Por fim, finalizou-se a pesquisa com a seguinte pergunta (Figura 22): “O egresso (recém-formado) tem que ser capaz de interpretar, modelar e executar um problema. Em sua opinião, esta atividade está contribuindo para a sua formação como engenheiro?”

Figura 19: Interface das disciplinas segundo o aluno

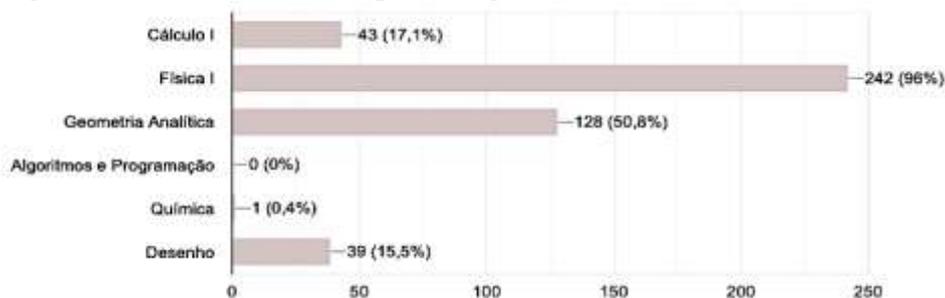


Figura 20: Conhecimentos prévios adquiridos durante o 1º ano de Engenharia aplicados a atividade

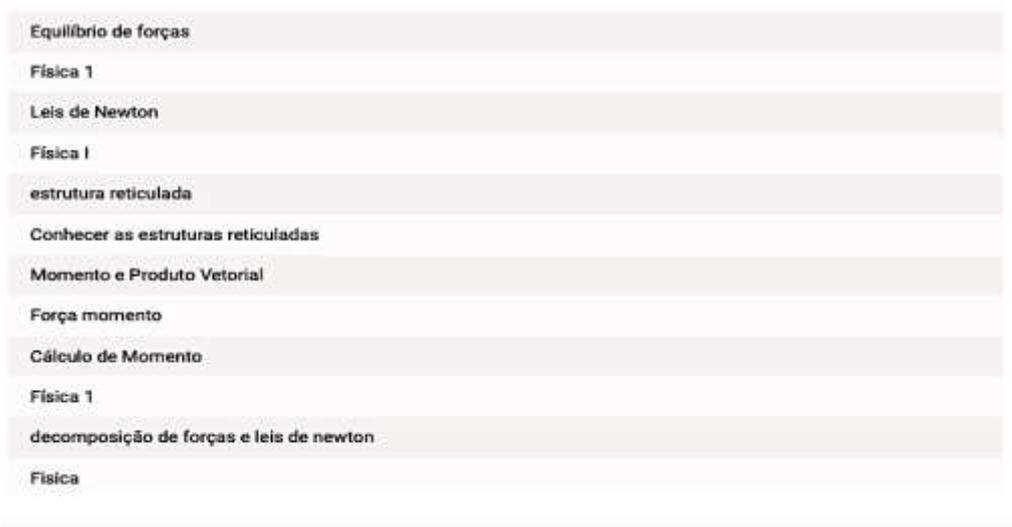


Figura 21: Desenvolvimento de competências segundo os alunos

Avaliação das competências desenvolvidas na atividade

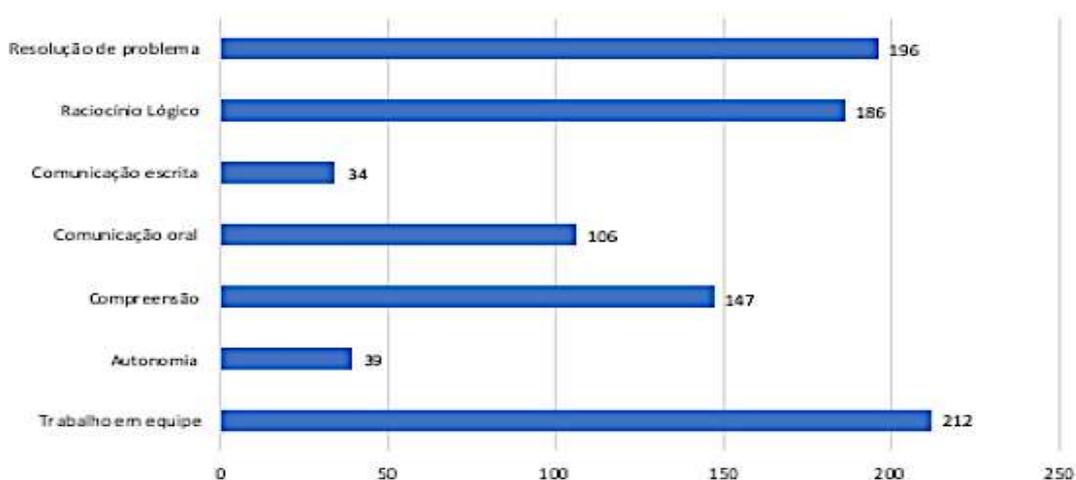
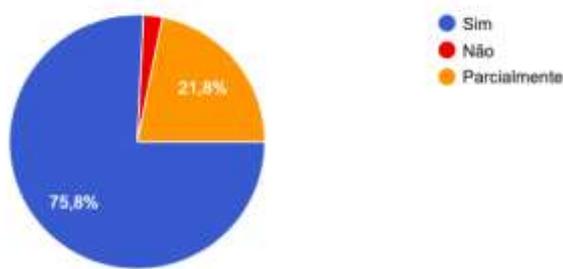


Figura 22: Contribuição da atividade para a formação do Engenheiro



Além do questionário online, os alunos deram sua opinião e críticas em conversas com Professores, monitores e o aluno de Iniciação Científica durante a aplicação da atividade. Comentários como: “Pude ver a aplicação da teoria de treliças na prática”; “Ainda me confunde a questão do cálculo estrutural para treliças”; “Foi bom ver essa integração das disciplinas”. Grande parte dos comentários foram positivos, contribuindo para o objetivo deste projeto. Pode-se mencionar também algumas críticas construtivas: “Gostaria de ver a aplicação do apoio móvel” (Não foi possível representar o apoio móvel por conta da limitação do kit mola); “Uma aplicação computacional do problema seria interessante também.”

## Conclusões

Podemos concluir que a partir da análise de uma estrutura reticulada, foi proposto ao aluno o estudo das forças atuantes de tração e compressão em treliças. Por meio do “kit mola”, foi possível a construção da estrutura e visualização da funcionalidade dos vínculos e a consequência das forças aplicadas em determinadas partes do conjunto. Adiante, este projeto de iniciação científica atingiu seu objetivo de desenvolver um evento contextualizado com o foco na consolidação das competências (Resolução de problemas, raciocínio lógico, trabalho em grupo, formas de comunicação, autonomia e compreensão. Se fundamentando na teoria de CAMARENA (2010) de evento contextualizado e na teoria da aprendizagem significativa de AUSUBEL (1990), foi criada uma atividade contextualizada. A interface das disciplinas do Ciclo básico do curso de graduação de Engenharia do IMT foi feita com sucesso obtendo a percepção por parte do aluno, porém, não houve a visualização da funcionalidade da disciplina de Algoritmos e Programação (EFB403) apontando que o aluno da 1ª série ainda visualiza estas matérias fundamentais como um conteúdo segregado, não tendo nenhum tipo de vinculação, sendo necessário a alteração desta forma de entendimento do estudante. A consolidação de algumas competências de acordo com o CNE foi exitosa, visualizadas nos resultados e discussão. Por fim, a aplicação deste projeto na disciplina de Fundamentos de Engenharia fomentou a compreensão de um assunto aprendido nas aulas de teoria (Trelças) por meio da contextualização de um problema de Engenharia com o uso da ferramenta estrutural “kit mola”.

## Referências Teóricas

AUSUBEL, David Paul (1990) - Psicología educativa, um punto de vista cognoscitivo. México, D.F.: Editorial Trillas. p 1-23

CAMARENA, Patricia (2010) - Aportaciones de Investigación Al Aprendizaje Y Enseñanza de La Matemática em Ingeniería. p 1-47

CAMARENA, Patricia; TREJO, Elia (2011) - La Matemática En El Contexto De Las Ciencias y Los Invariantes Operatórios. Capítulo 2 p 1-14

GOMES, Eloiza; OLIVEIRA, Guilherme Fernandes (2016) – Reflexões A Respeito da Disciplina de Vetores e Geometria Analítica Na Graduação Em Engenharia de Produção A Partir da Teoria A Matemática No Contexto Das Ciências – Artigo de Iniciação Científica. p 1-8

GOMES, Eloiza; FABRI, Antonio Victor Nakashima (2018) - Eventos Contextualizados Para a Disciplina de Vetores e Geometria Analítica na Graduação Em Engenharia. p 1-8

Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior (2019) – Resolução nº 2, 24 de abril de 2019 – Instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. p 3

Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior (2002) – Resolução CNE/CES11, 11 de março de 2002 – Instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. p 3

Plano de Ensino da disciplina EFB 604 – Fundamentos de Engenharia, São Caetano do Sul, 2019.  
Link: <https://www2.maua.br/mauanet.2.0>