

## PROJETO INTERDISCIPLINAR: A APLICAÇÃO DO CÁLCULO E DA GEOMETRIA ANALÍTICA NA ENGENHARIA MECÂNICA

Mirian Bernadete Bertoldi Oberziner\*, Ana Paula Bertoldi Oberziner,

Fernando Francisco Grim Júnior, Nathan Tiago Zomer, Vinícius Baruffi

Centro Universitário Católica de Santa Catarina

89.254-430 – Jaraguá do Sul (SC)

22

Este artigo relata o desenvolvimento de projeto interdisciplinar na segunda fase dos Cursos de Engenharia do Centro Universitário – Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul. Nele estão envolvidas as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral II, Álgebra Linear e Geometria Analítica II, cujos conteúdos envolvidos são aplicações de integrais e cônicas, respectivamente. Para cada Engenharia é proposto um tema que envolva um sólido de revolução. A partir deste sólido é feito o corte transversal longitudinal, onde definem-se as cônicas. Em seguida é possível fazer o cálculo da área do corte transversal longitudinal e o volume através das aplicações de integrais definidas. No segundo semestre de 2013 foi proposto para a Engenharia Mecânica o tema *componente de máquina*, que servirá de exemplo para o relato do projeto.

Palavras chave: Projeto Interdisciplinar; Cônicas; Integrais; Sólido de Revolução.

### INTERDISCIPLINARY PROJECT: AN APPLICATION OF CALCULUS AND ANALYTIC GEOMETRY TO MECHANICAL ENGINEERING

This article reports the development of an interdisciplinary project in the second phase of the Engineering Courses of the University Center - Católica de Santa Catarina in Jaraguá do Sul. In it are involved the disciplines of Differential and Integral Calculus II, Linear Algebra and Analytic Geometry II, the contents of which are the integral and conic applications, respectively. For each Engineering is proposed a topic that involves a solid of revolution. From this solid is done the longitudinal cross section, which defines the conics. It is then possible to calculate the longitudinal and cross-sectional area and the volume of the solid of revolution by defined integral applications. In the second semester of 2013 a *machine component* was proposed as a theme for the Mechanical Engineering that will serve as an example for the account of the project.

Keywords: Interdisciplinary Project; conics; integrals; Solid of Revolution.

---

\* e-mail: mirianbo@catolicasc.org.br

## 1 INTRODUÇÃO

O Projeto Interdisciplinar é desenvolvido na segunda fase dos Cursos de Engenharia do Centro Universitário – Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul desde 2001. Ele envolve diretamente as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral II, Álgebra Linear e Geometria Analítica II. Em Cálculo Diferencial e Integral II, os conteúdos envolvidos são aplicações de integrais para o cálculo de área e volume e resolução de integrais por substituição trigonométrica. Em Álgebra Linear e Geometria Analítica II aborda-se o estudo das cônicas.

Na Católica de Santa Catarina existem quatro Cursos de Engenharia, são eles: Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção. De acordo com cada Curso, é proposto pelas docentes das disciplinas um tema para o desenvolvimento do Projeto. Em 2013, por exemplo, os temas foram: colunas, isoladores, componente de máquina e ferramenta de construção civil, respectivamente, para cada Engenharia citada.

Cada turma é dividida em grupos com três acadêmicos para a escolha de um sólido de revolução baseado no tema de cada Curso. A partir do corte transversal longitudinal deste sólido são definidas as equações das cônicas. É necessário que se tenha, pelo menos, uma circunferência, uma parábola, uma hipérbole e uma elipse. Em seguida é possível calcular a área do corte transversal longitudinal e o volume do sólido de revolução.

Com este estudo, é produzido um artigo científico, um memorial de cálculo e um *banner* que deve ser entregue no final de cada semestre. São disponibilizadas aos acadêmicos em torno de quatro aulas para a produção do Projeto.

O Projeto Interdisciplinar (FAZENDA, 2002; FAZENDA, 2008) possibilita aos acadêmicos de Engenharia a resolução de situações problema que poderão surgir em sua atuação como profissional da área, incorporando os conceitos, procedimentos, atitudes e habilidades discutidas durante o curso, buscando outros conhecimentos que poderão enriquecer sua formação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A postura interdisciplinar do professor no processo ensino aprendizagem é uma contribuição fundamental para a reflexão e o encaminhamento de soluções às dificuldades relacionadas ao ensino, a aprendizagem e à pesquisa, superando a dicotomia entre pedagogia e epistemologia, entre ensino e produção de conhecimento científico.

A sala de aula é um espaço de relações pedagógicas. O estabelecimento dessas relações entre as diversas áreas do saber é que possibilita analisar, entender, explicar os acontecimentos e entender fatos e fenômenos passados e presentes, para projetar, simular o futuro. Nesse ambiente, estabelece-se a interdisciplinaridade, a fim de construir de forma coletiva uma integração das potencialidades e habilidades de todos os integrantes.

Smole (2000, p.03) acrescenta que:

Por isso, a aula deve tornar-se um fórum de debate e negociação de concepções e representações da realidade, um espaço de conhecimento compartilhado, no qual os alunos sejam vistos como indivíduos capazes de construir, modificar e integrar ideias, tendo a oportunidade de interagir com outras pessoas, com objetos e situações que exijam envolvimento, dispondo de tempo para pensar e refletir acerca de seus procedimentos, de suas aprendizagens dos problemas que têm que superar.

A aprendizagem significativa não combina com a ideia de conhecimento encadeado, linear. Neste sentido, o projeto interdisciplinar, passa a ser segundo Nogueira (2008, p. 38) “Uma estratégia que poderá unir, ligar e inter-relacionar, integrar, propiciar ações coletivas e cooperativa, que envolva toda a comunidade, os diferentes saberes e conhecimentos”. Com isso, podemos dizer que o projeto tem uma intencionalidade, um desejo, uma necessidade.

Este começa a ganhar corpo a partir das ações e articulações desenvolvidas pelos acadêmicos e professores de forma coletiva, para resolver as situações problema propostas e alcançar os objetivos planejados.

Sendo necessário optar por um componente de máquina, que foi o tema do projeto da Engenharia Mecânica no segundo semestre de 2013, uma equipe optou por um manípulo de um torno convencional. Um dos critérios utilizados para a sua escolha foi de que ele deveria fazer parte de alguma máquina que tivesse elevado grau de importância na área da Engenharia Mecânica. O torno convencional é uma das máquinas mais utilizadas em empresas de usinagem e ela tem a característica de usinar peças por revolução (PAULO, 2013).

Escolhido o torno convencional (Figura 1), foi selecionado o manípulo como objeto de estudo por atender as especificações propostas para o projeto. O manípulo é utilizado no torno para o movimento dos eixos. O operador deve utilizar o manípulo para girar o volante, tendo por meio disso o controle do deslocamento dos eixos.

Figura 1: Torno convencional ROMI



Fonte: <http://grupohamada.com/>

### 3 METODOLOGIA

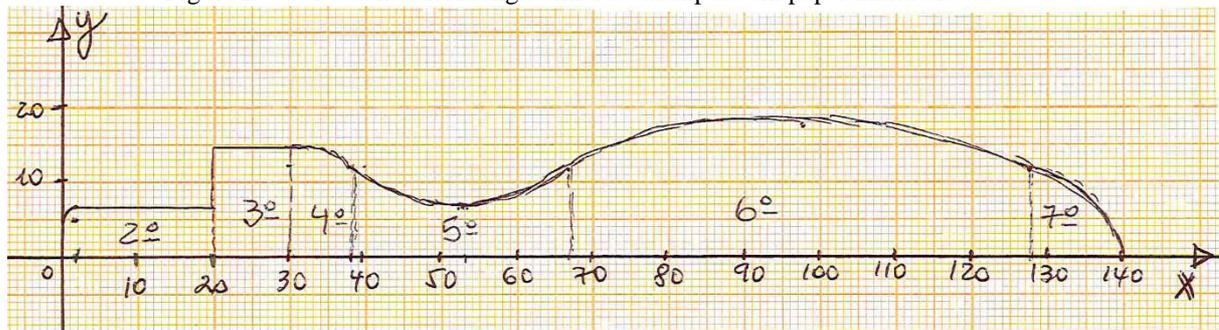
O desenvolvimento do Projeto Interdisciplinar inicia com a escolha de um sólido de revolução baseado no tema proposto para cada Curso. Para exemplificar o procedimento, será utilizado um exemplo de um projeto desenvolvido no Curso de Engenharia Mecânica.

#### 3.1 DEFININDO O SÓLIDO DE REVOLUÇÃO

O tema da Engenharia Mecânica foi um *componente de máquina*. Dentre as variedades de componentes, o manípulo do sistema de movimentação de um torno convencional foi escolhido como objeto de estudo por um dos grupos, por se tratar de um componente que possui formato de um sólido de revolução, além de ser um equipamento amplamente utilizado na área de Engenharia Mecânica.

Escolhido o manípulo para ser estudado, foi elaborado o seu desenho manualmente em papel milimetrado para selecionar as cônicas que seriam utilizadas em cada segmento e estabelecer todas as suas medidas e pontos para definir as equações. Estabeleceu-se que o manípulo seria formado por sete segmentos, sendo o primeiro segmento uma circunferência, o segundo e o terceiro retas, o quarto uma elipse, o quinto uma hipérbole, o sexto uma parábola e o sétimo uma circunferência, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Corte transversal longitudinal do manípulo em papel milimetrado.



Fonte: Autores

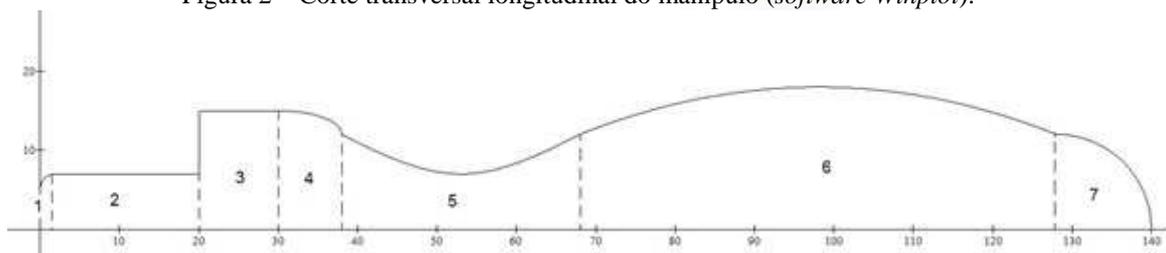
Com o desenho do corte transversal longitudinal e com os conhecimentos aprendidos em Álgebra Linear e Geometria Analítica II (LEHMANN, 1998) definem-se as equações das cônicas e retas.

### 3.2 GRÁFICOS DO MANÍPULO UTILIZANDO *SOFTWARES*

Os acadêmicos dos cursos de Engenharia utilizam diferentes *softwares* para fazer o gráfico do corte transversal longitudinal e do sólido de revolução. Dentre eles, podemos destacar o Winplot, Matlab, MathCAD e o SolidWorks.

Neste caso, definidas as equações, utilizou-se o *software Winplot* para fazer o gráfico do corte transversal longitudinal (Figura 3) do manípulo.

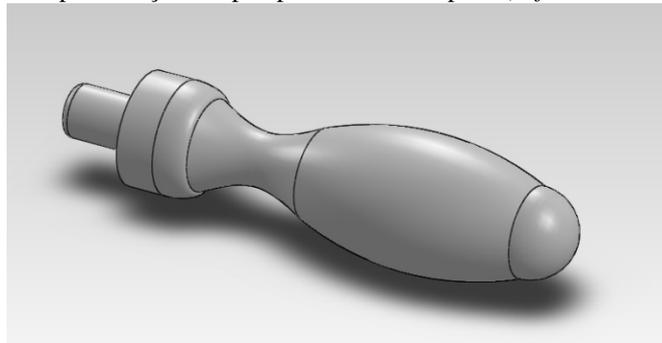
Figura 2 – Corte transversal longitudinal do manípulo (*software Winplot*).



Fonte: Autores.

Após a análise do gráfico das funções, utilizou-se o *software SolidWorks* para fazer o gráfico do sólido de revolução a partir das equações encontradas, de acordo com a Figura 4.

Figura 4: Representação em perspectiva do manípulo (Software SolidWorks).



Fonte: Autores.

### 3.3 CÁLCULOS DE ÁREA E VOLUME

Concluídas as equações das curvas, conforme a Tabela 1, é necessário calcular a área do corte transversal longitudinal e o volume, conforme os conhecimentos desenvolvidos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II (STEWART, 2012), sendo isto feito por meio de aplicações de integrais. Muitas dessas integrais, como no caso do cálculo da área abaixo da circunferência, elipse e hipérbole, é preciso utilizar substituição trigonométrica para a resolução da mesma.

Tabela 1 - Equações

Segmento	Equação
1° Circunferência	$y = \sqrt{4 - (x - 2)^2} + 5$
2° Reta	$y = 7$
3° Reta	$y = 15$
4° Elipse	$y = \sqrt{\frac{576 - 9(x - 30)^2}{64}} + 12$
5° Hipérbole	$y = \sqrt{\frac{931(x - 53)^2 + 108045}{2205}}$
6° Parábola	$y = \frac{2700 - (x - 98)^2}{150}$
7° Circunferência	$y = \sqrt{144 - (x - 128)^2}$

Fonte: Autores.

Esses cálculos vêm ao encontro das futuras atividades desenvolvidas por um Engenheiro Mecânico, uma vez que a quantidade de material, resistência mecânica e outras especificações necessárias para a produção dos projetos podem depender desses resultados para o seu desenvolvimento.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Projeto Interdisciplinar desenvolvidos na segunda fase dos Cursos de Engenharia produz resultados significativos para o acadêmico. A relação entre as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral II, Álgebra Linear e Geometria Analítica II possibilita a visualização de diferentes aplicações dessas disciplinas na vida do futuro profissional. O cálculo da área do corte transversal longitudinal e do volume de um sólido de revolução possibilita ao estudante a realização de um artigo científico, a organização dos cálculos no Memorial de Cálculo e, para futuras apresentações, é organizado um banner com os principais resultados do projeto.

### 4.1 RESULTADOS DA ÁREA E VOLUME

Com os devidos cálculos, foi possível encontrar os valores da área do corte transversal longitudinal e volume do sólido de revolução de cada segmento, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos

Segmento	Equação / Intervalo	Área	Volume
1º Circunferência	$y = \sqrt{4 - (x - 2)^2} + 5$ $0 \leq x \leq 2$	$13,14 \text{ mm}^2$	$272,53 \text{ mm}^3$
2º Reta	$y = 7$ $2 \leq x \leq 20$	$126 \text{ mm}^2$	$2770,88 \text{ mm}^3$
3º Reta	$y = 15$ $20 \leq x \leq 30$	$150 \text{ mm}^2$	$7068,58 \text{ mm}^3$
4º Elipse	$y = \sqrt{\frac{576 - 9(x - 30)^2}{64}} + 12$ $30 \leq x \leq 38$	$114,85 \text{ mm}^2$	$5191,30 \text{ mm}^3$
5º Hipérbole	$y = \sqrt{\frac{931(x - 53)^2 + 108045}{2205}}$ $38 \leq x \leq 68$	$265,48 \text{ mm}^2$	$7602,81 \text{ m}^3$
6º Parábola	$y = \frac{2700 - (x - 98)^2}{150}$ $68 \leq x \leq 128$	$960 \text{ mm}^2$	$48858,13 \text{ mm}^3$
7º Circunferência	$y = \sqrt{144 - (x - 128)^2}$ $128 \leq x \leq 140$	$113,09 \text{ mm}^2$	$3619,26 \text{ mm}^3$
<b>Total</b>		<b><math>1742,56 \text{ mm}^2</math></b>	<b><math>75381,84 \text{ mm}^3</math></b>

Fonte: Autores.

A área total do corte transversal longitudinal do manípulo, compreendendo os seus sete segmentos, resultou em  $1742,56 \text{ mm}^2$  e o seu volume total resultou em  $75381,84 \text{ mm}^3$ . Após concluídos os cálculos, todos os valores foram conferidos fazendo

uso do *software Winplot*, o qual fornece esses valores após inseridas as equações e intervalos de cada segmento.

#### 4.2 PROTÓTIPO E FABRICAÇÃO DO MANÍPULO

Para que pudesse facilitar a análise das curvaturas da peça escolhida e também para que ficasse mais claro qual o objetivo dos cálculos, foi feito um protótipo da peça (Figura 5). Com o protótipo é possível estudar melhor questões de ergonomia, pois nesse caso, o manípulo será utilizado para fazer o movimento de um sistema de transmissão, com isso ele terá que se encaixar com a mão do operador, evitando a formação de calos e/ou qualquer desconforto. Tendo o protótipo em mãos também foi possível estudar qual o melhor material a ser utilizado na fabricação da peça.

Figura 5: Protótipo do manípulo desenvolvido em impressora 3D.



Fonte: Autores.

O protótipo foi fabricado através da infraestrutura oferecida pelo Centro Universitário - Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul, que disponibilizou *Impressora 3D Desktop Profissional (STRATASYS – uPrintSE)*. Para que pudesse ser fabricado, o protótipo foi desenhado em 3D no software *SolidWorks*, salvo em uma extensão de arquivo que a impressora pudesse reconhecer e então impresso pela máquina.

#### 4.3 AVALIAÇÃO

No Projeto Interdisciplinar, o artigo científico, o banner e o memorial de cálculo são entregues em data previamente estipulada pelas docentes no início de cada semestre. Para realizar a avaliação, utiliza-se uma ficha de avaliação (Quadro 1) que leva em conta os aspectos de cada item do Projeto.

Quadro 1 – Ficha de avaliação do Projeto Interdisciplinar.

<b>FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROJETO INTERDISCIPLINAR</b>		
<b>CRITÉRIOS</b>	<b>Pontuação máxima</b>	<b>Pontuação</b>
Pontualidade	2.0	
Título/Resumo/Abstract	1.0	
Introdução	1.5	
Conceitos, tabela, coerência e organização, gráficos 2D e 3D	4.0	
Considerações finais	1.0	
Referências	0.5	
<b>NOTA DO ARTIGO</b>		
Equações e conceitos – ALGA II	10	
Áreas e volumes – CÁLCULO II	10	
<b>MÉDIA MEMORIAL DE CÁLCULO</b>		
<b>NOTA DO BANNER</b>		10
<b>NOTA FINAL DA EQUIPE</b>		

*Fonte: Autores.*

O artigo deve conter, obrigatoriamente, algumas informações previamente solicitadas pelas docentes, como por exemplo, o gráfico do corte transversal longitudinal e do sólido de revolução, a tabela com as equações e resultados do cálculo da área e volume. No final da avaliação, somam-se os pontos da tabela, totalizando, no máximo 10.

O memorial de cálculo é dividido em duas partes, uma referente à disciplina de Álgebra Linear e Geometria Analítica II e outra referente à Cálculo Diferencial e Integral II. Para cada disciplina é atribuída uma nota de 0 a 10 e em seguida é feita uma média aritmética simples para se obter a média do memorial de cálculo. O banner deve conter os principais resultados do Projeto Interdisciplinar. Avaliam-se essas informações e atribui-se uma nota de 0 a 10. A nota final da equipe é composta pela média aritmética simples entre a nota do artigo, a média do memorial de cálculo e a nota do banner.

## 5 CONCLUSÕES

O Trabalho Interdisciplinar procura desenvolver uma vivência em sala que prepare o acadêmico para um mundo diversificado, que trabalhe o raciocínio para possibilitar a compreensão dos desafios do mundo de hoje e que desenvolva um conhecimento e um “saber fazer”, para ajudar a ler as relações que tecem a vida de hoje.

Engenheiros Mecânicos enfrentam diariamente situações em que precisam fazer cálculos e análises para aprimorar e/ou desenvolver projetos de peças, máquinas e equipamentos. Mesmo se tratando de um projeto aplicado nas fases iniciais do curso, pode-se aprofundar mais os estudos, indo além de situações hipotéticas, passando para situações reais que serão vivenciadas pelos acadêmicos no futuro. Os estudos referentes ao manípulo de um torno convencional estão diretamente ligados com o curso em questão, uma vez que se trata de um componente de uma máquina amplamente utilizada nessa área.

Passando pelas etapas de desenho da peça, determinação das equações, cálculos de área e volume, até chegar ao desenvolvimento do protótipo e análise dos materiais para a fabricação do manípulo, os acadêmicos tiveram a oportunidade desenvolver habilidades em relação à comunicação e ao trabalho em equipe, além de melhor

compreender a aplicação dos conhecimentos vistos em sala de aula, o que acaba por agregar maior valor à sua formação acadêmica.

Pensar em práticas pedagógicas que visem a qualidade do ensino e da aprendizagem através de projetos interdisciplinares promove uma nova maneira de ver os acadêmicos, melhora o relacionamento entre professores e acadêmicos, uma desfragmentação das práticas de ensino e a tomada de decisões e ações em grupo.

O desafio para o professor foi criar, crescer como pessoa, no processo de ajudar a outros a crescerem e de contribuir para a construção do conhecimento, buscando sempre a qualidade no ensino.

## 6 REFERÊNCIAS

FAZENDA, Ivani (Org.). **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FAZENDA, Ivani (Org.). **O Que é Interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro, **Pedagogia de Projetos: etapas, papéis e atores**. 6.ed. São Paulo: Érica, 2012.

SMOLE, Kátia C. Stocco. Aprendizagem significativa: o lugar do conhecimento e da inteligência. **Revista Aprendiz/Aprender online**. 2000.

LEHMANN, Charles H. **Geometria analítica**. Tradução: Ruy Pinto da Silva Sieczkowski. 9.ed. São Paulo: Globo, 1998.

PAULO. **O mundo da usinagem: torno convencional**. 2013. Disponível em: <<http://aprendausinagem.blogspot.com.br/2013/02/tor-no-mecanico.html>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

STEWART, James. **Cálculo**, volume I. Tradução: Antonio Carlos Moretti; Antonio Carlos Gilli. 6.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

**Sobre os autores:**

**Mirian Bernadete Bertoldi Oberziner** é professora do Centro Universitário de Jaraguá do Sul desde 1998, tendo ocupado vários cargos, dentre os quais destacamos: Coordenadora do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental e Tecnologia em Produção Têxtil; Coordenadora dos cursos em convênio com o SENAI – Tecnologia em Automação Industrial a Tecnologia em Eletroeletrônica; Membro do Conselho Universitário; Coordenadora do Curso de Engenharia de Produção – Modalidade Confecção do Vestuário; É Membro do Conselho Municipal dos Direitos do Idoso de Jaraguá do Sul. Atuou como Membro do Conselho de CONSUNI; Coordenadora do Curso de Engenharia de Produção; Membro do Comitê acadêmico. Professora das disciplinas de Álgebra Linear e Geometria Analítica I e II, Cálculo Diferencial e Integral I, Fundamentos da Matemática, Matemática III e IV, Probabilidade e Estatística, nas Engenharias e Tecnologias. Também atuou no SENAI como professora da disciplina de matemática - Ensino médio. Atuou em outras instituições como coordenadora pedagógica e professora no Colégio Evangélico Jaraguá, no Colégio Estadual Duarte Magalhães e também como docente da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul. Possui Graduação em Matemática, Universidade Regional De Blumenau, 1996. Especialização: Psicopedagogia, Centro Universitário de Jaraguá do Sul, 1998. Mestrado: Engenharia De Produção, Universidade Federal De Santa Catarina, 2004.



**Ana Paula Bertoldi Oberziner** é professora do Centro Universitário de Jaraguá do Sul. Professora das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I, II, III, IV, nas Engenharias Civil, Produção, Mecânica e Elétrica. Também atuou no SENAI como professora da disciplina de matemática - Ensino médio. Possui Graduação em Matemática, UFSC- Universidade Federal De Santa Catarina, 2008. Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela FURB (Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2012). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Modelagem Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia, educação e olimpíadas de matemática.



**Fernando Francisco Grim Júnior, Nathan Tiago Zomer e Vinícius Baruffi** são acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Católica de Santa Catarina.