

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS DE MODELAGEM 3D

PERTILE, R. J.<sup>1</sup>; DE TONI, P. T.<sup>1</sup>; FRACCANABBIA, N.<sup>1</sup>; BAVARESCO, D.<sup>2</sup>;

**RESUMO** - Este trabalho apresenta resultados de um projeto de aprendizagem, no qual foram desenvolvidos modelos de objetos tridimensionais. Nesta ação a modelagem tridimensional consiste na elaboração de protótipos por meio de *softwares* para posterior confecção em uma impressora 3D. A ação ancora-se na proposta teórico-metodológica de Aprendizagem Baseada em Projetos e, também, na proposta de Pesquisa de Desenvolvimento em Projetos Experimentais. Com objetivo de confeccionar uma peça composta pela interseção ortogonal de três cilindros o processo demandou ampla aplicação de conceitos e conhecimentos matemáticos para a obtenção de peças bem definidas. Desse modo o conhecimento matemático constitui-se como base do processo de modelagem tridimensional precisa e de qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação tecnológica. Prototipagem. Licenciatura em Matemática.

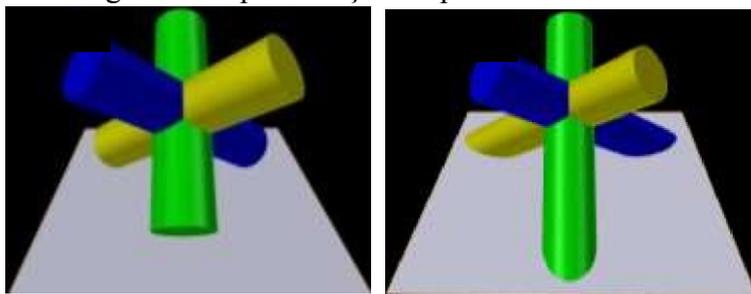
### 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta resultados de um processo investigatório centrado no desenvolvimento de um projeto de aprendizagem de modelagem de objetos tridimensionais. O problema em estudo pode ser descrito da seguinte forma: Três cilindros de 2 cm de diâmetro e 8 cm de altura se intersectam ao meio formando uma peça única. Essa peça é depositada num plano de modo que os três cilindros tocam o plano conforme ilustra a Figura 1a. Para a confecção desse cilindro por meio de uma impressora 3D precisamos obter uma cunha cilíndrica a ser acoplada na extremidade de cada um dos cilindros de modo a resultar numa superfície plana de sustentação e aderência ao plano de impressão, conforme ilustra a Figura 1b.

<sup>1</sup> Estudantes, Curso Licenciatura em Matemática, IFRS Campus Bento Gonçalves, Av. Osvaldo Aranha, 540, CEP 95.700-206, Bento Gonçalves, RS, nayfraccanabbia@outlook.com, rafapertile41@gmail.com, petra.toni157gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, IFRS-BG, Av. Osvaldo Aranha, 540, CEP 95.700-206, Bento Gonçalves, RS. delair.bavaresco@bento.ifrs.edu.br

Figura 1: Representação do problema de estudo



A questão norteadora que permeia a pesquisa pode ser descrita por: “*Quais conceitos e conhecimentos matemáticos se mostraram necessários durante o processo de modelagem de um objeto baseado na união ortogonal de três cilindros depositados sobre um plano?*”.

Esta ação se justifica com base nas discussões contemporâneas de desenvolvimento científico e tecnológico a partir da educação e com vista a inovação. A metodologia de Projetos Experimentais utilizada possui como uma de suas características o aprofundamento da compreensão do fenômeno sob investigação pelo pesquisador enquanto a atividade está em andamento. É nesse cenário que se desencadeou o projeto de pesquisa e produção de materiais didático experimentais para o ensino de ciência, resultando, também, na produção desse trabalho.

## 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As discussões teórica-metodológicas que sustentam o desenvolvimento da pesquisa são delineadas pela perspectiva de Projetos Experimentais em Pesquisas Educacionais (COBB, et al. 2003). Essa perspectiva vem se apresentando com uma proposta de inovação educacional, sobretudo para o ensino e aprendizagem de ciências exatas, como é o caso da Física e da Matemática (REIS, 2010). Nessa proposta, em vez de serem estimulados por aulas tradicionais, os estudantes devem buscar respostas a questões complexas, muitas vezes multidisciplinares, e devem apresentar um produto final como resultado de suas pesquisas.

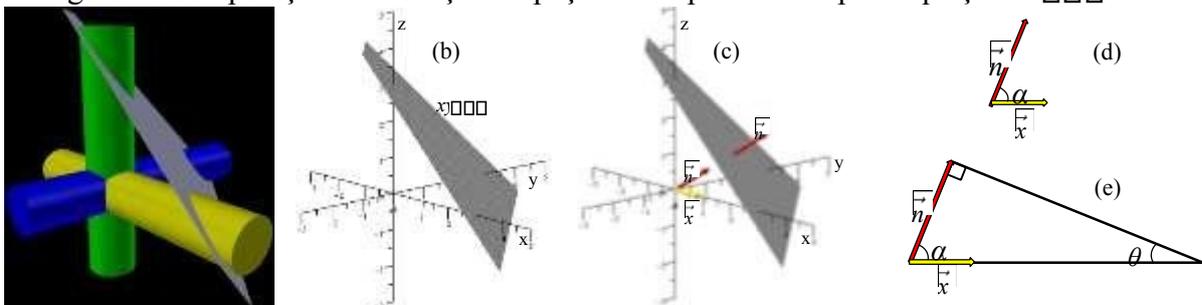
O percurso que resultou na produção desse trabalho foi desencadeado pela necessidade de construir uma peça para unir varetas de modo a servir como origem do sistema cartesiano tridimensional. O processo de modelagem deveria permitir a confecção da peça com uso de uma impressora 3D. Com uso do software de modelagem tridimensional *Blender*, a equipe lançou-se nesse desafio e se deparou com a necessidade de utilização de relações matemáticas e aplicação de diferentes conceitos para a modelagem da peça.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de impressão tridimensional demanda a modelagem de objetos de tal modo que estes possuam uma base de apoio e fixação para que as sucessivas camadas de filamento possam ser depositadas. Diante disso, o primeiro desafio para obtenção de uma peça regular foi a determinação do ângulo que cada cilindro faz com relação ao plano horizontal. Esse resultado foi alcançado ao comparar a posição da peça com um plano inclinado que corta os três eixos cartesianos a uma mesma distância da origem, conforme ilustra a Figura 2a. Planos com essa característica tem equações do tipo  $x + y + z = k$  (nesse caso escolhemos  $k=3$ ) conforme ilustra a Figura 2b traçada no software *Maple*. A partir disso podemos obter a inclinação do plano com relação a cada um dos eixos (que correspondem aos cilindros) com base no ângulo formado pelo vetor diretor do plano e o vetor diretor de cada um dos eixos coordenados, conforme mostra a Figura 2c. À vista disso, obtém-se a inclinação dos cilindros a partir do ângulo formado pelos vetores  $n = (1, 1, 1)$ , que é o vetor diretor do plano de equação  $x + y + z = 3$ , e  $x = (1, 0, 0)$ , que é o vetor diretor do eixo  $x$ , por meio da relação:

$$\cos \alpha = \frac{|n \cdot x|}{\|n\| \|x\|} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha = 54,7356^\circ \quad (1)$$

Figura 2: Comparação da alocação da peça com o plano dado pela equação  $x + y + z = 3$



A Figura 2d mostra essa composição. A Figura 2e mostra a obtenção de um triângulo formado por segmentos de retas  $s_1$  e  $s_2$  suportadas pelos vetores  $n$  e  $x$  e pelo segmento contido no plano e que intersecta  $s_1$  e  $s_2$ . Pela condição de ortogonalidade do vetor diretor do plano, o triângulo é retângulo, permitindo a obtenção do ângulo  $\theta$  procurado, dado por:

$$\sin \theta = \cos \alpha \Rightarrow \theta = 35,2644^\circ \quad (2)$$

Os resultados dados pelas equações (1) e (2), permitem a obtenção das demais razões trigonométricas para os ângulos  $\alpha$  e  $\theta$  por meio da relação fundamental  $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$ .

Na sequência, o segundo desafio foi obter a medida do comprimento da cunha que deve ser somada aos 8 centímetros do cilindro definido inicialmente, conforme ilustra a Figura 3a. Considerando-se a inclinação  $\theta$  obtida e o diâmetro de 2 cm do cilindro, definido inicialmente, é possível construir o triângulo retângulo mostrado na Figura 3b. A partir da razão  $tg(\theta)$ , desse triângulo, obtemos a medida procurada dada por:

$$tg(\theta) = \frac{2\sqrt{2}}{4} \quad (3)$$

Por fim, para obtermos o posicionamento exato da peça, de modo a possibilitar a confecção por meio da impressora 3D, precisamos determinar a altura do centro da peça com relação a horizontal. Esse processo se faz necessário pois o software de modelagem toma como referência o seu centro geométrico para posicionamento da peça, que neste caso coincide com o centro de cada um dos cilindros considerando o comprimento total de  $8 + 2\sqrt{2}$  cm.

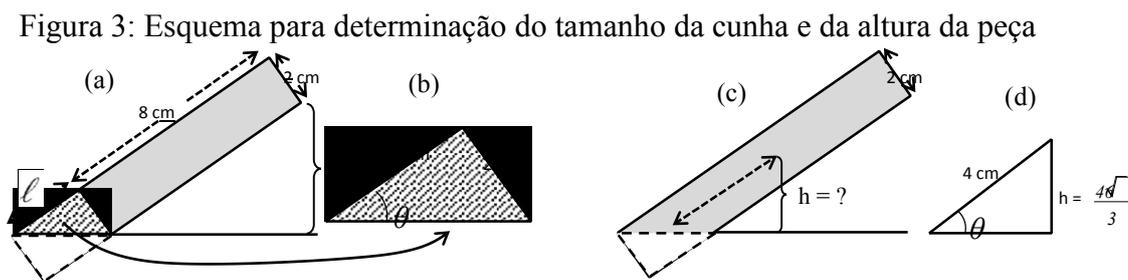


Figura 3: Esquema para determinação do tamanho da cunha e da altura da peça

A Figura 3c mostra a obtenção de um triângulo retângulo obtido pela projeção vertical do centro do cilindros até o plano suporte e a projeção do centro até o plano formando um ângulo  $\theta$ . Da aplicação da razão  $sen(\theta)$ , tomada no triângulo mostrado na Figura 3d, obtém-se a altura procurada que é dada por:

$$sen(\theta) = \frac{h}{4} \Rightarrow h = 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (4)$$

#### 4 - CONCLUSÕES

A modelagem tridimensional exige ampla aplicação de conceitos e conhecimentos matemáticos para a obtenção de peças bem definidas. Desse modo o conhecimento matemático constitui-se como base do processo de modelagem tridimensional precisa e de qualidade.

Por meio desse Projetos Experimental denota-se atribuição de significados, o aprofundamento e consolidação de conceitos e conhecimentos estudados teoricamente no curso

de Licenciatura em Matemática. Ao longo do desenvolvimento de Projetos Experimental de a aprendizagem matemática se consolida. A modelagem tridimensional, além de possibilitar a confecção de materiais didáticos inovadores, apresenta-se como uma proposta de inovação educacional, sobretudo para o ensino e aprendizagem de ciências exatas.

## 5 - REFERÊNCIAS

COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. *Design experiments in educational research*. Educational Researcher, Thousand Oaks, v. 32, n. 1, p. 9-13. jan./fev. 2003.

REIS, E. **O Processo de Construção de Objetos de Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral durante uma Atividade de *Design***. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rio Claro, SP. 2010.