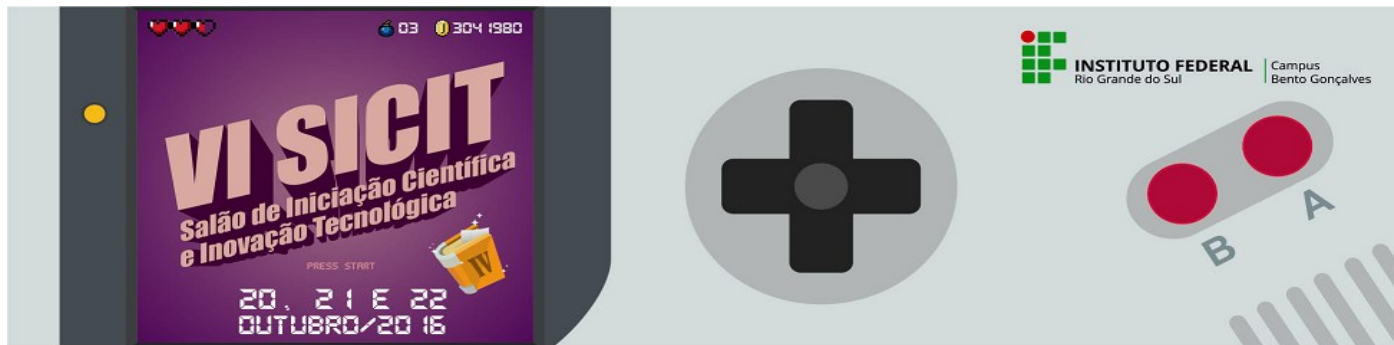




## PROTOTIPAGEM DE SUPERFÍCIES QUÁDRICAS

KINALSKI JUNIOR, V.<sup>1</sup>; LUVISA, A.<sup>2</sup>; BAVARESCO, D.<sup>3</sup>

**RESUMO** – Neste trabalho apresentamos resultados de um processo investigatório que definiu uma metodologia para a confecção de superfícies quádricas com uso de uma impressora 3D. Com base na proposta teórico-metodológica de Pesquisa de Desenvolvimento em Projetos Experimentais, conceitos relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral tornaram-se significativos na interação entre sujeito e objeto de estudos. Os resultados mostram que o conhecimento matemático constitui-se como ênfase fundamental para a prototipagem de materiais didáticos com base na modelagem tridimensional precisa e de qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem significativa. Modelagem 3D. Inovação educacional.

### 1 INTRODUÇÃO

O projeto de Pesquisa e Produção de Materiais Didático-experimentais Inovadores para o Ensino de Matemática e Ciências tem como um de seus principais objetivos, a definição de uma metodologia para a confecção de superfícies a partir de funções de duas variáveis por meio de uma impressora 3D. Este trabalho apresenta resultados referentes a um processo investigatório que possibilitou a prototipagem dessas superfícies por meio da modelagem tridimensional.

A ação se justifica com base nas tendências contemporâneas de busca por soluções tecnológicas para a indústria tomando como ponto de partida o desenvolvimento de ciência básica e aplicada. Nesse contexto, soluções tecnológicas são demandadas também nos processos educacionais que visam à construção do conhecimento de forma significativa e voltada para o desenvolvimento sustentável do país.

O uso do software de Modelagem Tridimensional *Blender*, utilizado no processo que resultou na elaboração desse trabalho, é baseado na aplicação de cálculos de dimensionamento e posicionamento, permitindo aprofundar a compreensão de conceitos teóricos matemáticos previamente estudados. De acordo com Metalpi e Apolinário (2005,

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física e Bolsista IC, IFRS Bento Gonçalves, vicente\_kinalski@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática e Bolsista PIBID, IFRS Bento Gonçalves, andreluvisa@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Professor Dr. do Curso de Licenciatura em Matemática, IFRS Bento Gonçalves, delair.bavaresco@bento.ifrs.edu.br

p.607) esse tipo de aplicação “[...] é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o estudante”. Miskulin (2003, p.11), destaca que:

[...] o sujeito, ao interagir com projeto delineado por ele e criado em uma situação de investigação e busca, insere-se em um processo de “diálogo” com os elementos significativos do problema, de modo a elaborar estratégias próprias, criar heurísticas, levantar conjecturas, hipóteses e testá-las matematicamente.

É nesse cenário que se desencadeou a Pesquisa e Produção de Materiais Didático-experimentais Inovadores para o Ensino de Matemática e Ciências, resultando, também, na produção desse trabalho que enfatiza a prototipagem de superfícies quádricas tridimensionais.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A pesquisa em questão baseia-se na proposta metodológica de Aprendizagem Significativa, na qual, segundo Moreira (2011, p.26), “[...] é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”. Para que o mecanismo seja acionado, é preciso que o aprendiz já possua algum conhecimento prévio, ou seja, já deve existir uma estrutura cognitiva em funcionamento. Desse modo, a pesquisa se filia, também, na proposta de Pesquisa de Desenvolvimento em Projetos Experimentais (COOB, 2003), a qual enfatiza o aprofundamento da compreensão do fenômeno sob investigação pelo pesquisador enquanto a atividade está em andamento, de modo a aplicar diferentes conhecimentos.

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. 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.

## **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A confecção de objetos tridimensionais em impressora 3D é precedida da modelagem tridimensional, que é um processo de confecção virtual desse objeto por meio de softwares específicos. Para o alcance dos objetivos propostos foi utilizado o software *Blender*, o qual é

desenvolvido para a criação de objetos e cenários em ambientes virtuais, mas que em função de suas potencialidades e de ser de licença gratuita se adequa às nossas necessidades.

O processo de modelagem tridimensional com uso desse software é obtido por meio de transformações de objetos predefinidos, a saber, cubo, esfera, cilindro, cone e plano, além de outros de uso específico para outras finalidades. Nesse processo, a obtenção de modelos precisos e bem definidos demanda a ampla utilização de cálculos de dimensionamentos e posicionamentos, bem como da aplicação de diversos outros conceitos matemáticos.

A próxima seção mostra o procedimento para prototipagem de superfícies quádricas bem definidas a partir da composição de (in)finitas partes e extrusão na direção ortogonal de cada uma dessas partições para a obtenção de superfícies de mesma espessura em toda a peça.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os primeiros protótipos de superfícies quádricas foram obtidos por meio da modelagem de um sólido limitado externamente pela superfície quádrica que satisfaz uma determinada equação quadrática em três variáveis. Posteriormente era modelado outro sólido com dimensões menores de tal modo que a diferença entre um e outro resultava na superfície desejada, com determinada espessura pré-estabelecida. Tratando-se de superfícies curvas, oriundas de equações não lineares, os primeiros modelos resultaram na produção de peças com espessuras não homogêneas, ocasionando regiões frágeis. Além disso, essa metodologia mostrou-se limitada, permitindo gerar apenas algumas superfícies.

O propósito de modelar e confeccionar qualquer superfície culminou na modelagem de superfícies a partir de união de sucessivos planos, de dimensões cada vez menores, localizados em pontos do espaço que satisfazem funções de duas variáveis, conforme ilustra a Figura 1. Nesse processo, quanto menores forem esses planos, melhor será a suavidade da superfície gerada, ou seja, as dimensões de cada plano tendem a zero e a quantidade de planos tende ao infinito. A Figura 1 (*a*, *b* e *c*) mostra superfícies com 16, 64 e 4.960 planos respectivamente.

Figura 1: Representação das etapas de modelagem das superfícies



Outro ponto de estudos é a o problema da uniformidade da espessura em todos os pontos da peça. Em função da não linearidade das superfícies, a extrusão de cada ínfimo plano precisava ser feita em uma determinada direção. A solução obtida foi realizar a extrusão da superfície gerada na direção dos vetores normais a cada um desses ínfimos planos que a compõem. A Figura 1d ilustra esses vetores diretores de cada um desses planos para o caso da subdivisão da superfície em 8 partes.

Como o vetor normal tem módulo variado, em função das diferentes taxa de inclinação da superfície em cada ponto, a solução foi utilizar o vetor ortogonal normalizado, ou seja, o vetor ortonormal. O vetor ortogonal à superfície em cada ponto  $P = (x, y, f(x, y))$  é o vetor diretor do plano tangente a essa superfície naquele ponto. Tal vetor é obtido por meio das derivadas parciais da função que determina a superfície, calculado em cada ponto. Tal vetor pode ser dado por  $\vec{d} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{z}$ , sendo  $a = f_x(x, y)$ ,  $b = f_y(x, y)$  e  $c = -1$ . Desse processo, cada ponto da extremidade da superfície é dado por  $P_d(x_d, y_d, z_d) = (x, y, f(x, y)) - \vec{d}_l \cdot \lambda$ , na qual  $\vec{d}_l$  é o vetor unitário, ortogonal a superfícies e  $\lambda$  é a medida da espessura da superfície resultante.

Esse método pode ser utilizado para modelar diversas superfícies com espessura homogênea e aplicável a diferentes projetos de modelagem tridimensional e tem potencial para outras aplicações em diferentes segmentos da ciência e tecnologia

### 3 CONCLUSÕES

A Pesquisa de Desenvolvimento em Projetos Experimentais que culminou com a produção desse trabalho permitiu a definição de uma metodologia para modelagem tridimensional de superfícies quádricas para confecção por meio de uma impressora 3D. Esse processo se ancora na aplicação de conceitos matemáticos tais como a noção de limite e a extrusão na direção do vetor ortonormal à superfície em cada ponto. Desse modo, o conhecimento matemático constitui-se como base fundamental para a modelagem tridimensional precisa e de qualidade. Além disso, consolida a aprendizagem significativa dos temas e conceitos estudados teoricamente e enfatizados na compreensão do fenômeno sob investigação.

#### 4 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.

MALTEMPI, M.V.; APOLINÁRIO, G. **Um Ambiente de Aprendizagem Baseado na Construção de Páginas Web**. Núcleos de Ensino. Vol. 1, São Paulo: Editora Unesp. 2005.

MISKULIN, R. G. S. **As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática**. Campinas: Mercado das Letras, p. 217-248, 2003.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: Um conceito subjacente**. Aprendizagem Significativa em Revista – v. 3, p. 25 – 46, 2011.