

O MONSTRO McQUEEN: EXPERIMENTAÇÕES EM IMPRESSÃO 3D DO MECANISMO DE THEO JANSEN

GUILHERME DE MEDEIROS BURKERT¹; RÔMULO TAVARES MACIEL²,

KAREN MELO DA SILVA³

¹Universidade Federal do Rio Grande – guiburkert@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande – rmul.maciel@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande – melo.karen@furg.br

1. INTRODUÇÃO

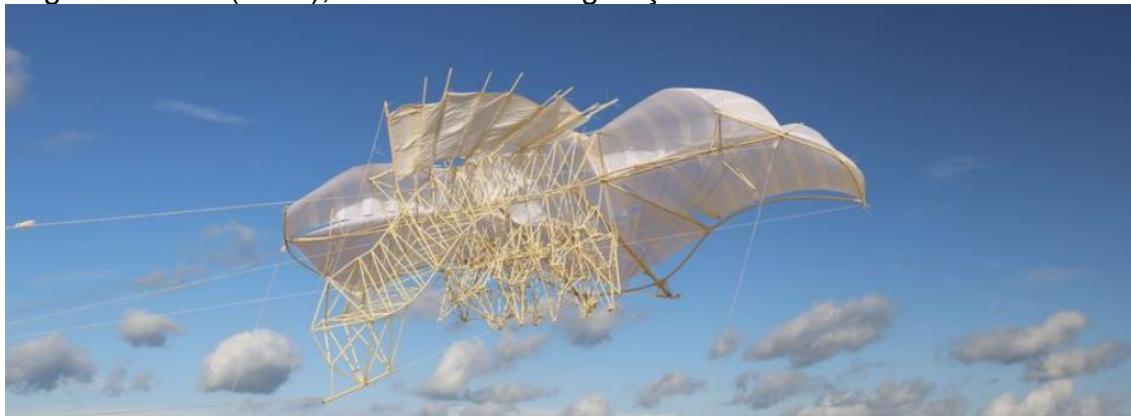
A instrução de assuntos relacionados à percepção espacial e à representação gráfica é guiada por princípios e normas fundamentais para a solução de problemas gráficos, que são executados com a ajuda de instrumentos analógicos ou digitais. Através do Núcleo de Arquitetura, Expressão Gráfica e Topografia, a Escola de Engenharia, da Universidade Federal do Rio Grande, disponibiliza um conjunto de disciplinas, distribuídas em vários cursos, incluindo os de Engenharia de Automação e Engenharia de Computação, ambos vinculados ao Centro de Ciências Computacionais (C3). Nos cursos do C3, o Desenho Técnico é a única cadeira obrigatória na área da representação gráfica, o que dificulta o cumprimento do objetivo principal da disciplina, que é oferecer bases à leitura, interpretação e à solução de problemas gráficos. Os conteúdos abordados são amplos e incluem, além do conteúdo tradicional de desenho técnico – vistas ortográficas, perspectivas, cortes e cotagem – também tópicos fundamentais como: instrumentos de desenho técnico e noções de proporção e escala; desenho geométrico; normas de desenho técnico; e princípios fundamentais dos sistemas de projeção.

O desenvolvimento de projetos é a estratégia metodológica predominante, porém isso só se intensifica no segundo semestre, período em que os princípios gerais já estão consolidados (SILVA, 2024). No primeiro semestre do corrente ano, foi realizado um experimento didático com a realização de um exercício inédito, que antecipou o fomento da autonomia, o uso da criatividade e a necessidade de colaboração dos estudantes, características que serão importantes no segundo semestre. A proposta consiste na execução de um projeto baseado em um mecanismo conhecido como *Strandbeest*, concebido por Theo Jansen. No idioma original, a expressão é uma palavra composta, que pode ser traduzida do neerlandês como animal da praia ou monstro da areia, usada para nomear estruturas que se locomovem quando impulsionadas pela energia do vento, construídas com tubo de plástico amarelo, usualmente usadas em instalações elétricas nos Países Baixos (STRANDBEEST, 2024). O mecanismo é planar e pode se mover suavemente para a frente, quando combinado com outros semelhantes (PATNAIK, 2015, p.44). Assim, considerando que a energia eólica é a responsável pelo movimento dos monstros, é comum que sejam adicionadas velas eólicas e garrafas plásticas vazias, que podem ser bombeadas a altas pressões, proporcionando um resultado formal bastante orgânico (Op.Cit.).

As primeiras criaturas foram concebidas em 1990 e apenas rastejavam na areia, no entanto, com o tempo, algumas foram desenvolvidas ao ponto de conseguir até mesmo voar (Fig.1). Isto porque Theo Jansen tem permanentemente

se dedicado à sua evolução, sendo que atualmente podem ser identificados 12 períodos genealógicos diferentes (STRANDBEEST, 2024).

Figura 1: Ader (2020), uma das últimas gerações de *Strandbeests – Volantum*.



Fonte: STRANDBEEST, 2024.

A disciplina de Desenho Técnico utilizou o exercício pelo potencial do mesmo para o estabelecimento de vínculos entre os diversos tópicos abordados no primeiro semestre, particularmente desenho geométrico e perspectivas ortográficas. Além disso, a proposta é adequada por permitir respostas condizentes com as variações de nivelamento em relação à percepção espacial que os alunos apresentam ao ingressar na universidade. Foram realizados diversos trabalhos, com variados tipos de materiais: madeira, metal e PVC, mas também foram apresentados modelos impressos, como o projeto intitulado *McQueen*, desenvolvido por uma dupla de alunos da Engenharia de Computação, que a seguir é descrito.

2. ATIVIDADES REALIZADAS

O desenvolvimento do *Strandbeest McQueen* foi dividido em 4 etapas ao considerar não apenas a sistematização do trabalho em si, mas também a necessidade de integrar de maneira organizada as atividades para ambos os participantes e a dificuldade por elas exigida. Desse modo, as etapas foram: a) o estudo do mecanismo de Theo Jansen e o planejamento do projeto a ser desenvolvido; b) a investigação dos recursos a serem utilizados e a busca de modelos digitais de *Strandbeests* disponíveis e sua respectiva testagem em relação à qualidade de impressão; c) a impressão do modelo final; d) a inserção de um elemento propulsor que permitisse o movimento.

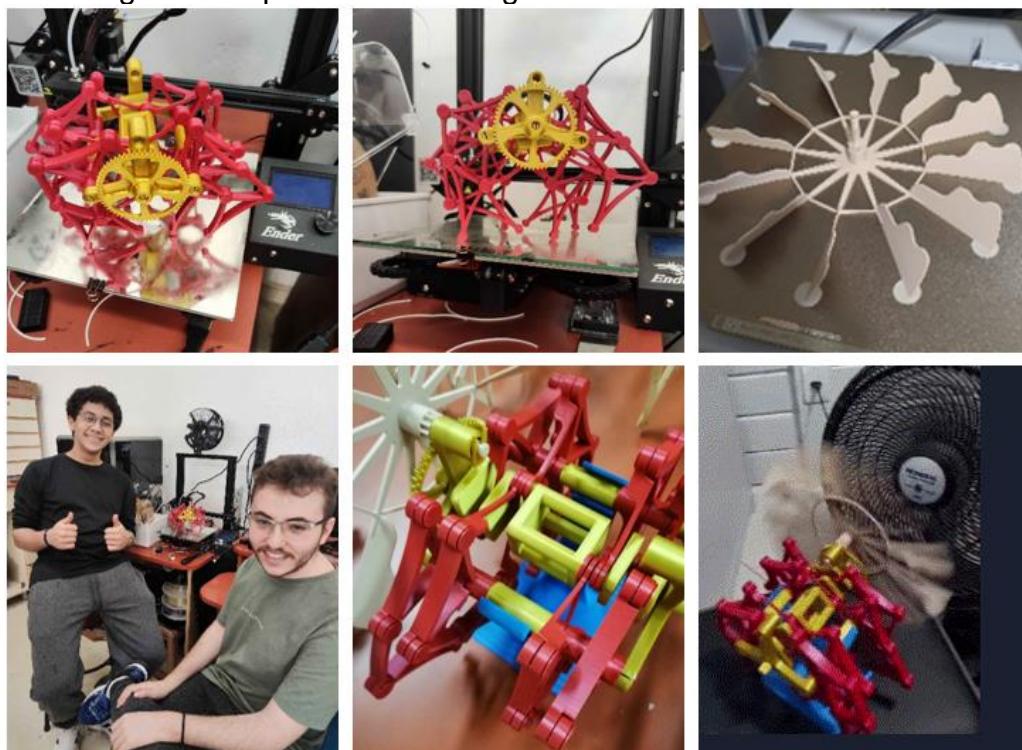
A primeira etapa de trabalho requereu a pesquisa e o entendimento do modelo proposto por Theo Jansen, com ênfase à concepção, ao funcionamento, à metodologia e aos princípios do mecanismo proposto (STRANDBEEST, 2024; PATNAIK, 2015). A compreensão aprofundada adquirida referente ao modelo, seu modo de funcionamento e movimento, bem como dos materiais utilizados e do método de montagem, permitiu observar que a modificação ou o redimensionamento da estrutura do *Strandbeest* não prejudicaria sua estabilidade e a capacidade de movimentação do monstro. Nesse sentido, prosseguiu-se com o planejamento e optou-se pela troca do material usual (PVC) por um processo de impressão 3D, visto que havia a possibilidade de aproximar o desenvolvimento do *Strandbeest* às tecnologias presentes no curso de Engenharia de Computação. Levando isso em consideração, foi preciso rastrear a possibilidade de acesso a

uma impressora 3D e foram encontradas duas opções viáveis: a impressora 3D usada pelo FBOT¹ e uma impressora pessoal, que estaria disponível para uso.

A partir disso, o trabalho concentrou-se na identificação de um ou mais modelos de *Strandbeest* que fossem adequados para impressão 3D e cuja impressão fosse permitida para fins educacionais. O levantamento culminou com a escolha de duas opções, as quais ainda precisaram passar por correções e ajustes, tais como o redimensionamento para as dimensões sugeridas pelo exercício. O primeiro modelo (MYMINIFACTORY, 2016) foi testado em escala reduzida na impressora do FBOT, o que permitiu constatar que o modelo e a impressora não seriam adequados para a impressão no tamanho estimado, pois o resultado foi uma estrutura relativamente frágil, oferecendo inclusive dificuldades à montagem. Após o teste de impressão do segundo modelo (MAKERWORLD, 2024) utilizando a impressora pessoal, o resultado se mostrou excelente, o que acarretou a escolha deste modelo para dar continuidade aos trabalhos.

Conforme a montagem inicial foi finalizada, foram avaliadas as alternativas para adicionar um método de propulsão que garantisse movimento ao *Strandbeest*. Então, considerando que o modelo de Theo Jansen se locomove pela ação do vento, optou-se por fazer uma hélice que pudesse girar o mecanismo, numa referência às pás de moinhos, recorrentes nos Países Baixos, terra natal do pai dos *Strandbeests*. Com o processo de impressão e montagem de todas as partes do projeto concluídos, o conjunto se mostrou capaz de se locomover com o auxílio de um ventilador, que simulou um vento forte e direcionado (Fig.2). Ainda que o modelo tenha sido impresso em diversas cores, o resultado ficou possuindo quatro cores, mas a partir da dominância do vermelho e amarelo, teve-se a ideia de nomear o monstro como *McQueen*, em alusão ao personagem principal da franquia de filmes Carros da Disney/Pixar.

Figura 2: Impressão e montagem do *Strandbeest McQueen*.



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto criou uma oportunidade provocadora e criativa para aplicar e melhor compreender os conteúdos da disciplina de Desenho Técnico. Com a construção do *Strandbeest McQueen* foi possível o contato aprofundado entre o planejamento de um projeto, a concepção gráfica tradicional, o uso de materiais inovadores e a utilização de tecnologias emergentes, através da impressão 3D. Além disso, a autonomia permitida pela atividade, o desafio de adaptar o modelo de Theo Jansen na escala desejada e a necessidade de estruturar um plano que permitisse a impressão e a montagem em tempo hábil exigiram a adoção de diversas estratégias para a resolução dos problemas encontrados. Ademais, o uso do sistema de propulsão a partir da hélice de moinho requereu o uso da criatividade de forma a contribuir para a funcionalidade do projeto e ao estabelecer uma conexão entre o design do projeto e a sua aplicação na engenharia. Portanto, a construção do *McQueen*, além de cumprir seu papel pedagógico, possibilitou uma experiência interdisciplinar e educativa que integrou distintos conhecimentos e reforçou o papel do desenho técnico no campo da engenharia, como sendo capaz de promover o desenvolvimento de competências críticas como a percepção espacial e a colaboração em equipe.

¹Nota: Agradecimentos à FBOT, equipe de automação e robótica inteligente da Universidade Federal do Rio Grande, que desenvolve robôs móveis e autônomos, para participar de campeonatos de robôs em diferentes categorias.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FBOT, Robotics Team. FBOT: About us. Acessado em 23 set. 2024. Online. Disponível em: <http://www.fbot.c3.furg.br/#about>

MAKERWORLD. **Easy Strandbeest**. Usuário: LoboCNC. Publicado em: 16 abr. 2024. Creative Commons License. Acessado em 15 mai. 2024. Online. Disponível em: <https://makerworld.com/en/models/431313?from=search#profileId-335837>

MYMINIFACTORY. **Strandbeest fully functional scale model**. Fully functional Scale model of Theo Jansen's Strandbeest – Usuário: RaavHimself. Publicado em: 15 mar. 2016. Acessado em 15 mai. 2024. Online. Disponível em: <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-strandbeest-fully-functional-scale-model-19179>

PATNAIK, Swadhin. Analysis Of Theo Jansen Mechanism (Strandbeest) And Its Comparative Advantages Over Wheel Based Mine Escavation System. **IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)**, v. 05, n. 07, p.43-53 (Jul. 2015). Acessado em 25 set. 2024. Online. Disponível em: [https://www.iosrjen.org/pages/volume5-issue7\(part-4\).html](https://www.iosrjen.org/pages/volume5-issue7(part-4).html)

SILVA, Karen Melo da. **Plano de ensino da Disciplina de Desenho Técnico**. In: Sítio eletrônico da FURG, Sistemas FURG: Plano de Ensino – Professor. Acessado em 23 set. 2024. Online. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/aplicacoes/frame/index.php#menu>

STRANDBEEST. **Strandbeest**. Acessado em 23 set. 2024. Online. Disponível em: <https://www.strandbeest.com/evolution>