

# Teclado Colmeia – Acessibilidade Para o Ambiente Escolar

Priscila Alves Nunes  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0003-1056-2130

Melyssa Júlia Neres Faria  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0002-1440-5733

Pedro Faria de Bessa  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0001-6414-4668

Daniela Gouvêa Almeida  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0002-2261-6653

Fabiana Costa e Silva  
Faculdade de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, Brazil  
ORCID: 0000-0002-1645-1114

**Abstract — Um teclado COLMEIA foi desenvolvido pelo PET Engenharia Biomédica em parceria com a Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia (ESEBA/UFU), com o intuito de auxiliar estudantes portadores de deficiência físico-motora durante a realização de propostas pedagógicas. Para confeccionar o objeto, foi utilizada a técnica de modelagem e impressão 3D em material PLA. Dessa forma, com o auxílio do software Fusion, foi possível modelar as dimensões para encaixar o acessório no teclado padrão. De modo que os alunos portadores de deficiência da ESEBA sejam capazes de realizar as atividades propostas sem pressionar, involuntariamente, mais de uma tecla ao mesmo tempo.**

**Keywords — Teclado adaptado, teclado colmeia, acessibilidade, tecnologia assistiva.**

## I. INTRODUÇÃO

A aplicação da tecnologia para promover o conforto e a comodidade no cotidiano dos indivíduos impulsionou a criação da Tecnologia Assistiva (TA), sendo ela uma das áreas primordiais da Engenharia Biomédica. Esse termo refere-se a recursos ou procedimentos pessoais, que atendem às necessidades diretas do usuário final, visando sua independência e autonomia [1]. Ademais, a TA desenvolve ferramentas capazes de substituir habilidades funcionais comprometidas, além de promover maior integração social das pessoas portadoras de deficiência (PcD). Pois, enquanto para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis, para as pessoas com deficiência a tecnologia torna as coisas possíveis [2].

Não apenas o processo de aprendizagem, como também a integração social, são atividades que se iniciam na infância, com destaque para o ambiente escolar. No entanto, para os estudantes portadores de deficiência, essas atividades são limitadas. À vista disso, a Constituição Federal de 1988, artigo 208 III, diz que o atendimento educacional especializado a esses estudantes deve ocorrer, preferencialmente, na rede regular de ensino [3].

Uma das formas de minimizar essas limitações é por meio da utilização de recursos proporcionados pela Tecnologia Assistiva. Nesse contexto, graduandos da Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) entraram em contato com a Escola de Educação Básica (ESEBA) da universidade, juntamente com os coordenadores do setor de Educação Especial, para saber quais seriam as demandas de TA dessa escola.

Após a visita a ESEBA, foi observado que diversos estudantes da Educação Especial, ao pressionarem a tecla do teclado do computador, disparavam várias teclas de uma vez. Esse fato ocorrente com alunos portadores de deficiência

intelectual, comportamental e auditiva, é provocado devido ao comprometimento do desenvolvimento motor, o que leva a um atraso significativo dos movimentos corporais e acarreta dificuldades nas atividades diárias [4].

Desse modo, o acessório COLMEIA é um recurso de Tecnologia Assistiva capaz de solucionar a dificuldade dos estudantes da ESEBA. Esse objeto é feito de uma placa de plástico ou acrílico, fixada a um teclado com um furo correspondente a cada tecla. Com a finalidade de evitar que o aluno com dificuldades de coordenação motora pressione, involuntariamente, mais de uma tecla ao mesmo tempo [5].

Diante da necessidade de um objeto que auxilie os alunos no uso do teclado, foi desenvolvido um teclado COLMEIA em parceria com a ESEBA, utilizando um material de baixo custo e de fácil manuseio.

## II. METODOLOGIA

O projeto foi iniciado a partir de visitas à Escola de Educação Básica da UFU, onde foi observado o cotidiano das crianças da modalidade de Educação Especial da instituição. Dessa forma, foram percebidos alguns obstáculos para o processo de aprendizagem desses alunos.

Como resultado dessas observações, seguido por discussões com os docentes da ESEBA, propôs-se o desenvolvimento de um acessório, denominado colmeia, para ser acoplado a um teclado da instituição (Multilaser Slim Standard USN Preto - TC065), a fim de que uma criança portadora de deficiência visual e motora e duas crianças portadoras de deficiência motora façam a utilização do equipamento.

Para isso, o projeto foi norteado por uma docente da ESEBA, que atuou como mediadora, por permanecer em contato direto com o grupo desenvolvedor do projeto e acompanhar o cotidiano dos usuários finais do colmeia.

A construção do acessório colmeia foi feita por meio de impressão tridimensional (3D), a partir de um modelo 3D como forma de confecção. Com esse propósito, foram estabelecidos dois critérios em relação ao material utilizado para impressão. O primeiro refere-se a rigidez e o segundo estabelece a opacidade do material. Sendo assim, para impedir problemas com possíveis deformações pelo uso contínuo do acessório pelas crianças, o material escolhido para a confecção da peça demandava certa resistência. Ademais, uma das crianças pertencentes ao grupo-alvo faz a utilização de óculos de grau elevado, portanto, o material escolhido deveria ser opaco para evitar reflexos com a lente dos óculos.

Diante disso, escolheu-se o filamento de poliláctico (PLA) de cor grafite como material de impressão, devido a sua opacidade, elevada dureza superficial, facilidade de impressão e ótima adesão entre camadas.

De acordo com Brito et al. “o PLA é sintetizado a partir do ácido láctico obtido de fontes renováveis”. Portanto não é tóxico, sendo um termoplástico biodegradável e ecológico. Além de possuir menor propensão à deformação quando comparado ao acrilonitrila butadieno estireno (ABS), uma alternativa de material para impressão 3D [6].

O teclado da instituição foi medido utilizando paquímetro digital para que o processo de leitura fosse o mais assertivo possível. Ao realizar as medições do teclado observou-se alguns desnivelamentos no modelo. Dessa forma, foi considerada a maior largura de 142 mm, o comprimento de 449,5 mm e a altura de 22 mm.



Fig. 1. Largura e comprimento do Teclado Multilaser Slim Standard USN Preto - TC065

Para a elaboração do modelo tridimensional do acessório foi utilizado o software Fusion 3D, como apresentado na Fig. 2. No processo de criação do modelo foram adicionados 2 mm em cada lateral, com o intuito de compor uma espessura.



Fig. 2. Modelo tridimensional do acessório

Para fazer os furos referentes às teclas, aos pés de apoio e à entrada do cabo USB, foram utilizadas as ferramentas dentro dos recursos *Create Sketch* e *Extrude*.

Foram feitas divisões no modelo 3D utilizando a ferramenta *Surface* para permitir que o acessório fosse impresso em uma impressora 3D de pequeno porte. Assim, o equipamento foi impresso em três partes separadas, como apresentado na Fig. 3, e devidamente montado como uma peça única após acoplá-lo ao teclado.

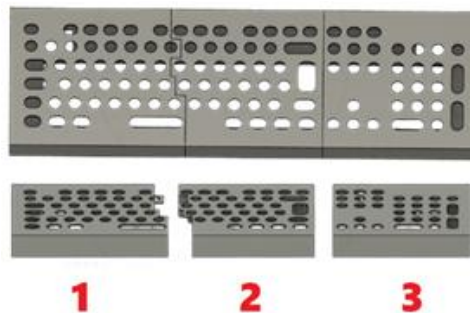


Fig. 3. Modelo tridimensional do acessório dividido em três partes

Por fim, para avaliar a qualidade do acessório, foi criado um formulário de avaliação utilizando a ferramenta *Google Forms*, o qual deveria ser respondido pela professora mediadora, após a observação do acessório em uso.

O formulário continha perguntas em relação a cor, material, opacidade, manuseio e usabilidade do acessório. As perguntas fechadas foram formuladas de modo que as respostas fossem dadas de acordo com a escala Likert, com alternativas enumeradas de 1 a 5, considerando que quanto mais próxima de 5 fosse a resposta, maior seria o grau de satisfação relacionado. Ou seja, para cada item em questão, 1 corresponde a atribuição “péssimo”, 2 a “ruim”, 3 a “regular”, 4 a “bom” e 5 a “excelente”.

Ademais foram elaboradas questões abertas, as quais deveriam ser respondidas com as próprias palavras da docente e, destinadas a reclamações, elogios, sugestões e avaliação geral do acessório, para abranger pontos que não foram contemplados nas questões fechadas.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da impressão 3D a partir do modelo elaborado, é possível visualizar na Fig. 4 o acessório colmeia já acoplado ao teclado adaptado.



Fig. 4. Acessório colmeia impresso

Além disso, nota-se com mais detalhes na Fig. 5 as divisões do acessório. Feitas para possibilitar a impressão do equipamento em uma impressora 3D de pequeno porte.



Fig. 5. Divisões do acessório

Já a Fig. 6 apresenta a vista inferior, com ênfase nas aberturas para permitir o uso dos apoios do teclado.



Fig. 6. Vista inferior da colmeia

Enquanto a Fig. 7 permite observar a vista lateral direita.



Fig. 7. Vista lateral direita do acessório

Logo, as figuras anteriores possibilitam estabelecer um melhor comparativo entre o resultado esperado, apresentado nas Fig. 2 e Fig. 3 do item II e o resultado obtido com a impressão.

Nota-se que o aparato finalizado se aproxima satisfatoriamente do modelo idealizado no software Fusion 3D, além de apresentar um bom acabamento. Todavia, para mensurar a qualidade do acessório, o formulário de avaliação foi aplicado para a docente que acompanhou a execução do projeto.

Dessarte, para expressar os resultados obtidos com as respostas dadas pela professora, a tabela I foi elaborada.

TABELA I. RESPOSTAS RETIRADAS DO FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

Avaliação do acessório colmeia		
	<i>Critério avaliado</i>	<i>Nota (1-5)</i>
<b>Material do acessório</b>	Cor	5
	Material	5
	Resistência do material	5
	Qualidade do acabamento	5
	Facilidade de limpeza	5
<b>Manuseio do acessório</b>	Facilidade de manuseio	4
	Facilidade para acoplar o acessório colmeia ao teclado	5
	Grau de segurança do acessório	5
<b>Usabilidade no cotidiano e adaptação dos usuários</b>	Grau de aceitação do acessório pela criança	5
	Grau de melhoria na realização das atividades.	5

Ao observar as respostas da tabela I e ponderar a respeito do retorno dado pela professora nas questões abertas, notou-se pelas palavras da docente que “o acessório traz expressivo entusiasmo para os estudantes”, uma vez que proporciona de fato a inclusão no ambiente escolar e valoriza as possibilidades de participação nas propostas pedagógicas respeitando as especificidades dos alunos.

Desse modo, acoplar o acessório colmeia ao teclado ampliado permite aos estudantes a utilização desse equipamento que estava em desuso na escola, uma vez que as crianças não conseguiam escrever apenas no teclado ampliado sem o colmeia acoplado. Haja vista que as crianças com deficiência motora tendiam a pressionar simultaneamente diversas teclas do teclado não conseguindo concluir os objetivos de escrita propostos.

Logo, por meio desse acessório, os alunos portadores de deficiência motora da ESEBA têm a possibilidade de usar o teclado do computador para realizar atividades específicas que envolvam o uso desses equipamentos, permitindo-lhes participar das propostas pedagógicas juntamente com os demais alunos não PcD. Dado que o sentimento de frustração por não conseguir realizar atividades em equipamentos não adaptados, pode se apresentar como um grande empecilho para o aprendizado e socialização dessas crianças.

Assim, a utilização do novo equipamento demonstra uma perspectiva favorável por permitir que as três crianças, as quais se destinava o teclado colmeia, consigam a) escrever com o novo teclado sem que haja obstáculos gerados por reflexo entre lente dos óculos e material do acessório colmeia e b) realizar atividades no computador por meio da digitação sem pressionar muitas teclas simultaneamente.

Por fim, com os testes realizados em ambiente controlado, a limitação observada pela docente se deu pelo diâmetro dos furos do acessório colmeia, pois espaçamentos maiores atenderão de forma mais eficaz as especificidades motoras das crianças. Outro ponto observado diz respeito ao posicionamento da abertura de encaixe para o teclado, uma vez que houve certa dificuldade para encaixar o fio do cabo USB no acessório, justificando a única nota inferior a 5 na tabela I. Pontos que serão trabalhados para futuros acessórios que serão confeccionados no decorrer do projeto em parceria com a ESEBA.

#### IV. CONCLUSÃO

Após a elaboração e finalização do projeto pode-se concluir que o revestimento de teclado, conhecido como teclado colmeia, desenvolvido para atender às necessidades de crianças com dificuldades motoras e elaborado por meio de *softwares* e, posteriormente, impresso em 3D, compreendeu as expectativas da profissional responsável pelo departamento de educação especial da instituição. Como forma de consolidação e continuidade do projeto, a aceitabilidade do dispositivo quando inserido na prática escolar foi analisada pelos autores, com o auxílio do *feedback* dos alunos e profissionais envolvidos.

A fim de atender demandas futuras e manter a viabilidade do projeto, é reconhecida a necessidade do desenvolvimento de ferramentas capazes de auxiliar no uso do teclado, como elevadores de angulação, para uma visualização ergonômica das teclas, e ponteiras, para auxiliar crianças com

dificuldades motoras mais acentuadas. Além disso, visando ampliar o público-alvo e englobar no projeto deficiências

parciais ou totais da visão, a equipe tem como projeto futuro a elaboração de um novo teclado, que irá possuir a mesma estrutura base, porém com aberturas maiores para as teclas e sinalização em braile.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Educação Tutorial (PET) e à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela concessão da bolsa institucional, e à Escola de Educação Básica (ESEBA) da UFU, pela idealização e colaboração no projeto.

#### REFERENCIAS

- [1] GALVÃO FILHO, T. A. A Tecnologia Assistiva: do que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.
- [2] RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan - Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDR Research Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION - [http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp\\_ov.html](http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html).
- [3] UNESCO. Declaração de Salamanca e Linhas de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais. Brasília, DF: CORDE, 1994.
- [4] ANDRADE, P. S. Perfil do coeficiente motor em alunos da APAE de Vitória da Conquista na Bahia FTC- Faculdade de Tecnologia e Ciências, 2008.
- [5] GALVÃO FILHO, Teófilo Alves; DAMASCENO, Luciana Lopes. Programa InfoEsp: Premio Reina Sofia 2007 de Rehabilitación y de Integración. In: Boletín del Real Patronato Sobre Discapacidad, Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, Madrid, Espanha. n. 63, p. 14- 23, ISSN: 1696-0998, abril/2008.
- [6] BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande – PB, p. 127-139, set. 2011.