

TECNOLOGIA ASSISTIVA NO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

ASSISTIVE TECHNOLOGY IN THE UNIVERSITY ENVIRONMENT

Juliana Pires Rocha¹

Lucas Soares Leal²

Lucas Souza Silva³

Paloma Anselmo Rosa⁴

Beatriz Batista Passos⁵

Evellyn de Abreu⁶

Lucas Militello da Silva⁷

Stephan Costa Barros⁸

Lisiane Lara Leão⁹

Laura Bin de Carvalho¹⁰

Luís Octávio Custódio Trovo¹¹

Júlia Cristina Rodrigues Diniz¹²

Ana Julia da Silva Lima¹³

Heloísa Moraes Lima¹⁴

Heitor Pereira Nunes Fernandes Cunha¹⁵

Alcimar Barbosa Soares¹⁶

RESUMO

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma área fundamental para promover a autonomia e o acesso ao conhecimento de pessoas com deficiência no ensino superior. Através disso, foi pensado em duas tecnologias personalizadas pela comissão de Tecnologia Assistiva do PET de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A primeira consiste em um sistema de acessibilidade digital para dispositivos móveis, destinado a um estudante com limitações motoras

^{1 a 15} Graduandos em Engenharia Biomédica na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Bolsistas do Programa de Educação Tutorial (PET/Institucional). ¹E-mail: juliana01pires@ufu.br; ²E-mail: lucassoaresleal@ufu.br; ³E-mail: szs.lucas@ufu.br; ⁴E-mail: paloma.rosa@ufu.br; ⁵E-mail: beatriz.passos@ufu.com; ⁶E-mail: evellyn.abreu@ufu.com; ⁷E-mail: militello.lucas@ufu.br; ⁸E-mail: stephan.barros@ufu.br; ⁹E-mail: lisiane.leao@ufu.br; ¹⁰E-mail: laura.bin@ufu.br; ¹¹E-mail: luís.trovo@ufu.br; ¹²E-mail: juliadiniz@ufu.br; ¹³E-mail: anajulia.lima@ufu.br; ¹⁴E-mail: heloisa.morais@ufu.br; ¹⁵E-mail: heitorpnfcthor@ufu.br

¹⁶ Professor da Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Tutor do PET Engenharia Biomédica. E-mail: alcimar@ufu.br



e visuais severas. Essa tecnologia integra comandos de voz e automação por meio de aplicativos como MacroDroid e Google Assistente para permitir a leitura de materiais acadêmicos e interação com inteligência artificial. A segunda solução abrange o desenvolvimento de um mouse adaptado baseado no microcontrolador ESP32, que utiliza filtros temporais para reduzir a interferência de movimentos involuntários, e um teclado colmeia acoplado a uma órtese de guia passivo. Como isso visa mitigar algumas barreiras de comunicação e mobilidade, busca-se o fortalecimento da independência funcional e a melhoria da experiência educacional dos usuários no ambiente universitário.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia Assistiva; Acessibilidade; Inclusão; Engenharia Biomédica; Educação Superior.

ABSTRACT

Assistive Technology (AT) is a fundamental area for promoting autonomy and access to knowledge for people with disabilities in higher education. Based on this premise, two personalized technologies were developed by the Assistive Technology committee of the PET Biomedical Engineering at the Federal University of Uberlândia (UFU). The first consists of a digital accessibility system for mobile devices, designed for a student with severe motor and visual limitations. This technology integrates voice commands and automation through applications such as MacroDroid and Google Assistant to enable the reading of academic materials and interaction with artificial intelligence. The second solution encompasses the development of an adapted mouse based on the ESP32 microcontroller, which uses temporal filters to reduce interference from involuntary movements, and a honeycomb keyboard coupled with a passive guide orthosis. As these initiatives aim to mitigate communication and mobility barriers, they seek to strengthen functional independence and improve the educational experience of users within the university environment.

KEYWORDS: Assistive Technology; Accessibility; Inclusion; Biomedical Engineering; Higher Education.



INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva (TA) tem se consolidado nos dias atuais como uma área essencial para a promoção da inclusão social e educacional das pessoas com deficiência, condições de maior autonomia, participação e acesso ao conhecimento. No ambiente universitário, o uso de soluções tecnológicas adaptadas representa um avanço significativo que tem contribuindo para uma formação mais acessível (Araújo; Mendes, 2022).

Nesse contexto, o Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) desenvolve ações voltadas à criação e aprimoramento de tecnologias assistivas destinadas a estudantes com deficiência (PCD). O projeto tem como objetivo principal integrar os conhecimentos da Engenharia Biomédica ao campo da acessibilidade, propondo soluções práticas que ampliem a inclusão acadêmica.

O trabalho é realizado em parceria com a Diretoria de Acessibilidade e Inclusão (DACIN), setor responsável pelo acompanhamento dos estudantes com deficiência na UFU. Essa colaboração tem possibilitado o desenvolvimento de dispositivos e estratégias personalizadas, capazes de atender às necessidades específicas de cada aluno.

Em vista disso, os estudantes integrantes da comissão de Tecnologia Assistiva (TA) têm se dedicado ao desenvolvimento simultâneo de duas soluções de cunho inclusivo e tecnológico. A primeira consiste em um sistema de comando por voz, elaborado com o propósito de auxiliar um estudante com baixa visão e limitações motoras, cuja condição compromete a autonomia e a capacidade de acompanhar plenamente as atividades em sala de aula. Esse sistema busca promover maior acessibilidade e independência no processo de aprendizagem, integrando tecnologias de reconhecimento de voz a ferramentas educacionais.

A segunda solução contempla a criação de um teclado colmeia e mouse, acoplados a uma órtese personalizada, projetados para facilitar a digitação e a interação com dispositivos computacionais por pessoas com restrições de mobilidade (Silva; Rocha, 2021). A iniciativa visa ampliar as possibilidades de inclusão digital e acadêmica, contribuindo para o fortalecimento da autonomia funcional e para a melhoria da qualidade de vida dos usuários (Costa; Santana, 2023).



MATERIAIS E MÉTODOS

Durante as atividades da Comissão de Tecnologia Assistiva (TA) do Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Biomédica, foram desenvolvidos dois projetos voltados a estudantes da Universidade Federal de Uberlândia. Para preservar a identidade dos participantes, eles serão identificados como estudante A e estudante B, em conformidade com a Lei nº 13.709/2018 — Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

O primeiro projeto foi idealizado e desenvolvido para o estudante A, portador de uma lesão grave na coluna e outras condições que comprometem sua visão e mobilidade, resultando em dificuldades para realizar atividades acadêmicas de forma independente. Buscando promover maior autonomia e inclusão, a equipe desenvolveu uma adaptação em um dispositivo móvel, projetada para possibilitar o acesso facilitado a videoaulas e materiais em PDF (Menezes; Sales; Oliveira; Santos, 2020).

Uma das principais bases do projeto foi o desenvolvimento de uma tecnologia assistiva acessível e de baixo custo, que pudesse ser reproduzida sem necessidade de equipamentos especializados ou de alto valor. Assim, priorizaram-se recursos tecnológicos gratuitos e amplamente disponíveis, como softwares de leitura de tela, controle por voz e ampliação de contraste, integrados em um dispositivo comum — como um tablet ou smartphone.

O processo envolveu etapas de pesquisa, prototipagem e testes, com a participação ativa do próprio estudante, que colaborou na avaliação funcional da solução. Essa abordagem participativa permitiu aperfeiçoar a usabilidade e garantir que o produto final realmente atendesse às suas necessidades.

Como resultado, o estudante A passou a ter maior independência no acesso aos conteúdos acadêmicos, reduzindo barreiras de comunicação e ampliando sua participação nas atividades de ensino. Além disso, o projeto demonstrou que é possível desenvolver soluções tecnológicas eficazes e financeiramente acessíveis, reforçando o papel da Engenharia Biomédica na promoção da inclusão, acessibilidade e democratização da tecnologia assistiva no ambiente universitário.



No segundo projeto, o aluno B relata dificuldades motoras associadas a espasmos musculares e movimentos involuntários dos membros superiores, que prejudicam a coordenação e o controle preciso das mãos. Essas limitações dificultam a execução de tarefas que exigem movimentos precisos e contínuos, como operar um mouse tradicional, pois as vibrações levam a cliques acidentais e movimentos descontrolados do cursor. Essa condição limita significativamente a eficiência e a autonomia do aluno no uso do computador, impactando diretamente sua participação em atividades acadêmicas e digitais.

Em resposta a essa necessidade, foi desenvolvido um sistema de mouse adaptado baseado no microcontrolador ESP32. O projeto utiliza bibliotecas Python focadas no controle aprimorado de portas digitais e analógicas, permitindo sensibilidade e tempo de resposta ajustáveis. O código desenvolvido permite que o computador identifique o ESP32 como um dispositivo de mouse, empregando filtros temporais e funcionais que reduzem a interferência causada por movimentos involuntários e melhoram a precisão dos cliques e movimentos. Essa solução visa proporcionar um controle mais estável e acessível, auxiliando em tarefas acadêmicas e no uso independente de recursos computacionais pelos alunos.

RESULTADOS

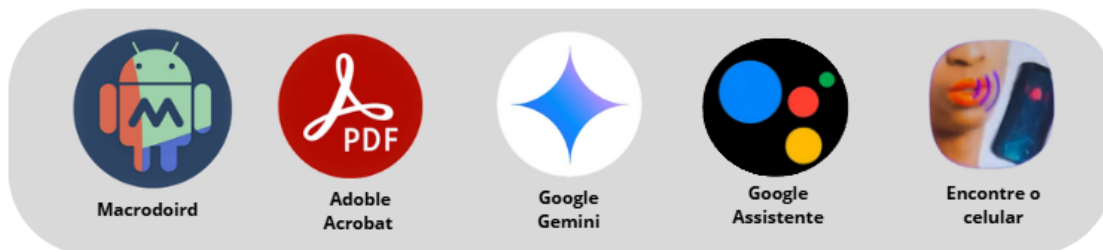
Primeira Solução

O Estudante A passou por um quadro clínico grave que resultou em limitações motoras e visuais significativas. Após o diagnóstico de um câncer medular, tratado com radioterapia e quimioterapia, o estudante apresentou lesões nas vértebras cervicais que causaram a perda dos movimentos dos quatro membros. Posteriormente, se descobriu a doença autoimune de Devic (neuromielite óptica), que comprometeu o nervo óptico, provocando cegueira em um dos olhos e redução parcial da visão no outro. Diante desse contexto, surgiu a necessidade de desenvolver uma solução tecnológica que promovesse maior autonomia e inclusão. Assim, foi proposto um sistema de acessibilidade digital, adaptado a um dispositivo móvel com comandos de voz e automação, com o objetivo de facilitar a realização das atividades acadêmicas do estudante e reduzir as barreiras impostas pelas limitações motoras e visuais.



Para a implementação do sistema, foram utilizados aplicativos gratuitos que garantem compatibilidade e eficiência: (1) Assistente do Google, (2) MacroDroid, (3) Adobe Acrobat Reader, (4) Encontre o Telefone e (5) Gemini, ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - Aplicativos utilizados no sistema de acessibilidade digital



MacroDroid: automatiza tarefas por voz ou toque, como abrir aplicativos e ler arquivos.

Adobe Acrobat: realiza leitura audível de arquivos PDF.

Google Gemini: auxilia na busca e interpretação de conteúdos acadêmicos por meio de comandos de voz.

Google Assistente: executa ações no celular, envia mensagens e pesquisa informações apenas com comandos verbais.

Encontre o Celular: permite localizar e ativar o dispositivo por comandos de voz.

Fonte: Produzida pelos autores.

O Assistente do Google, ativado pelo comando de voz “Ok Google”, foi o principal aplicativo utilizado, permitindo ao estudante abrir aplicativos, realizar pesquisas e interagir com o dispositivo de forma totalmente verbal (Santos; Bernal; Fernandez, 2018). Com o aplicativo MacroDroid foi possível programar ações para abrir o leitor de PDF e ativar o modo de leitura em voz alta, a partir de instruções de voz simples, conforme a Figura 2 (Alberti; Lancioni; Singh; O'Reilly; Sigaffos, 2025).

Além disso, utilizou-se o Adobe Acrobat Reader, que oferece suporte à leitura de arquivos em PDF com narração, facilitando o estudo de textos, também há a possibilidade de acesso à Inteligência Artificial dentro do aplicativo, possibilitando o estudante de tirar dúvidas sobre o assunto. Também foi instalado o aplicativo Encontre o Telefone, com o intuito de inicializar o aparelho por comando de voz, e também aumentar a praticidade no uso do dispositivo. Essa ferramenta possibilita localizar o celular por meio de comandos de voz, evitando perdas e garantindo maior autonomia no manuseio cotidiano.

Por fim, o Gemini, assistente de inteligência artificial do Google, foi implementado como apoio complementar, oferecendo explicações sobre assuntos acadêmicos, elaboração de resumos e respostas a dúvidas sobre o conteúdo estudado.

Essa integração de IA contribuiu diretamente para o aprendizado do estudante, auxiliando na compreensão e memorização do conteúdo de forma interativa.

O sistema ainda se encontra em fase de testes e acompanhamento, sendo avaliadas a usabilidade, o tempo de resposta, a precisão dos comandos e a adaptação do estudante. Até o momento, observou-se que a integração entre os aplicativos tem facilitado o dia a dia e os estudos, contribuindo para maior independência e eficiência nas atividades acadêmicas. O uso combinado de comandos de voz, automação e leitura assistiva demonstra que soluções tecnológicas simples, quando bem configuradas, podem gerar grande impacto na inclusão, na acessibilidade e na qualidade de vida de pessoas com deficiência.

Segunda Solução

O aluno B apresenta um quadro clínico caracterizado por dificuldades motoras associadas a contrações musculares involuntárias e tremores, que comprometem a coordenação motora fina necessária para o uso de dispositivos convencionais, como teclados e mouses. Essas limitações dificultam a execução de tarefas que exigem movimentos precisos, tornando o uso de computadores e equipamentos eletrônicos um desafio significativo no contexto acadêmico.

Diante desse cenário, foram propostos um teclado com design em colmeia e um mouse personalizado, juntamente com uma órtese personalizada projetada para proporcionar maior estabilidade e controle durante o uso. O design do teclado em favo de mel, com teclas espaçadas e bordas elevadas, reduz o risco de acionamentos acidentais, enquanto o mouse personalizado foi projetado para responder a movimentos mais amplos e controlados, minimizando os efeitos das contrações involuntárias.

Esta solução visa promover a autonomia nas atividades acadêmicas do aluno B, permitindo-lhe interagir de forma mais eficaz com recursos digitais, participar em atividades de aprendizagem remota e concluir tarefas escritas e de pesquisa com menos esforço físico. Além de facilitar a integração digital, o projeto contribui para o fortalecimento da independência funcional e para a melhoria da qualidade de vida, reforçando o papel das tecnologias assistivas como ferramenta essencial para a integração social e educacional.



O mouse desenvolvido para este projeto foi concebido para otimizar a interação com dispositivos computacionais para pessoas com mobilidade reduzida, combinando ergonomia, acessibilidade e funcionalidade. Seu design apresenta uma base estável e bordas arredondadas, garantindo conforto e segurança de uso, evitando deslizamentos e facilitando o posicionamento da mão. O joystick central, graças ao seu formato côncavo e dimensões adaptadas, permite a execução de comandos com movimentos sutis e precisos, minimizando o esforço físico necessário para controlar o cursor. Essa configuração garante uma navegação suave e intuitiva, promovendo a autonomia do usuário e reduzindo as barreiras ao acesso digital. Além disso, o design compacto e integrado foi projetado para se encaixar perfeitamente em uma órtese personalizada, garantindo conforto e desempenho durante o uso prolongado. Evidencia-se um avanço significativo no desenvolvimento de tecnologias assistivas, promovendo a inclusão digital, aumentando a independência funcional e melhorando a qualidade de vida do usuário.

Na questão de funcionamento do mouse, figura 2, o código gerado executa as seguintes funções básicas desse equipamento: monitoramento da movimentação do joystick que o usuário executa para movimentar o cursor ao longo da tela (medir a variação entre o centro e o deslocamento para movimentar o cursor e a aquisição da direção do movimento usando como base os eixos cartesianos x e y), ativar ou desativar o modo de rolagem pressionado para baixo o joystick, clique dos botões esquerdo (selecionar), direito (abrir menu de contexto) e do clique duplo (executar funções de abrir, fechar aplicativos). Dessa forma, o nosso mouse apresenta as funcionalidades básicas de um mouse, mesmo após as mudanças físicas que buscam maior conforto e usabilidade do usuário, permitindo que ele possa aproveitar dos benefícios deste equipamento.



Figura 2 - Mouse adaptado para pessoas com mobilidade reduzida



Botão Verde: Scroll e posicionamento do cursor

Botão Vermelho: Click esquerdo

Botão Amarelo: Click duplo

Botão Azul: Click direito

Fonte: Produzida pelos autores.

A outra parte deste projeto consiste em um teclado projetado, figura 3, para o cenário do estudante que não possui articulações carpais e rigidez articular nos membros superiores. Esta solução advém de um mecanismo de auxílio de movimento radial, através de uma órtese acoplada ao dispositivo, com um sistema de pivô central, que rotaciona no próprio eixo. Com isso, os movimentos de desvio ulnar e radial, que exigem a articulação do punho, são substituídos por um guia passivo, com a movimentação de todo o antebraço no plano paralelo ao teclado. O alcance vertical das teclas é realizado pela leve pressão aplicada pelo braço do usuário, fazendo uma haste se deslocar para encostar na tecla desejada.

Figura 3 - Modelo de órtese semelhante sem acoplamento ao teclado.



Fonte: Produzida pelos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e a aplicação das tecnologias assistivas descritas neste trabalho evidenciam o papel essencial da Engenharia Biomédica na promoção da inclusão e acessibilidade no ambiente universitário. Por meio da atuação conjunta entre o Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Biomédica e a Diretoria de Acessibilidade e Inclusão (DACIN) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), foi possível criar soluções práticas e de baixo custo, direcionadas às necessidades específicas de estudantes com deficiência.

Após o primeiro contato dos estudantes com o sistema de comando por voz e o mouse e teclado adaptados, foi possível concluir que essas soluções têm potencial para impactar positivamente o seu cotidiano acadêmico. Além disso, para atender as necessidades dos alunos foram feitos ajustes propostos por eles para ampliar a autonomia e conforto. Tendo isso em vista, as tecnologias implementadas proporcionam maior independência nas atividades de estudo, facilitando o acesso a conteúdos digitais e maior interação com o ambiente computacional, reforçando o impacto positivo da tecnologia assistiva na vida estudantil.

Além dos benefícios individuais, as iniciativas destacam a importância da abordagem interdisciplinar e da escuta ativa das pessoas com deficiência no processo de desenvolvimento tecnológico. A participação direta dos estudantes beneficiados permitiu aperfeiçoar o design, a ergonomia e a funcionalidade dos dispositivos, garantindo maior aderência às demandas reais de uso.

Dessa forma, este trabalho reafirma que a inclusão no ensino superior vai além da eliminação de barreiras físicas e estruturais, ela requer o investimento contínuo em pesquisa, inovação e sensibilidade social. As soluções propostas demonstram que, com criatividade, empatia e conhecimento técnico, é possível tornar o espaço acadêmico cada vez mais acessível e equitativo, promovendo uma educação verdadeiramente inclusiva.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. S.; MENDES, R. A. Tecnologias assistivas e inclusão de estudantes com deficiência no ensino superior: desafios e perspectivas. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 28, n. 2, p. 245-260, 2022.



SILVA, T. F.; ROCHA, A. M. A importância do design acessível e das adaptações tecnológicas na permanência de alunos com deficiência física no ensino superior. Cadernos de Acessibilidade e Inclusão, v. 5, n. 1, p. 31-45, 2021.

COSTA, M. P.; SANTANA, J. R.; LIMA, F. A. O uso da tecnologia assistiva como ferramenta de aprendizagem para alunos com paralisia cerebral. Revista Educação e Tecnologias Inclusivas, v. 9, n. 1, p. 67-78, 2023.

MENEZES, Caio Vinicius Ferreira de; SALES, Liana Carolina da Silva; OLIVEIRA, Lillian Maria de; SANTOS, Thaís Freire dos. Baixa visão e aplicativos de tecnologia assistiva: uma revisão sistemática. Revista Educação, Artes e Inclusão, Santa Catarina: Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, v. 16, n. 1, p. 129-150, jan./mar. 2020.

SANTOS, Carlos Roberto dos; BERNAL, Janaína Cristina Galvez; FERNANDEZ, Breno Ortega. Automação residencial por comando de voz para viabilizar a acessibilidade de pessoas com deficiência. Revista Estudos & Pesquisas, Lins: Centro Universitário de Lins – UNILINS, v. 1, n. 1, 2018.

ALBERTI, Gloria; LANCIONI, Giulio E.; SINGH, Nirbhay N.; O'REILLY, Mark F.; SIGAFOOS, Jeff. Supporting functional occupation of people with moderate intellectual disability and blindness using a smartphone-based technology system. Disabilities, Basel, v. 5, n. 4, p. 96, 2025.

