

Histórias Inclusivas: Projetando um Robô Educacional para Pessoas com Deficiência Intelectual

Mathias S. Caceres¹, Vitor Hugo S. Carvalho¹, João Lucas C. Rôa¹,
Leandro S. Guedes¹

¹Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS)
Laboratório de Inovação e Acessibilidade (LIA) – Campus Ponta Porã
Ponta Porã – MS – Brazil

{mathias.caceres, vitor.carvalho, joao.roa}@estudante.ifms.edu.br,
leandro.guedes@ifms.edu.br

Abstract. Introduction: The “Storytelling Robot” is an assistive technology for the inclusion of people with intellectual disabilities in educational settings. **Objective:** To develop a storytelling robot using participatory design with members of APAE Brazil. **Methodology:** Participatory workshops were held to incorporate preferences into the design. The prototype was built with accessible materials (cardboard, LEGO EV3, and 3D printing) and uses two synchronized applications. **Results:** The tests revealed high acceptance, with preference for a medium-sized robot with a friendly appearance. The evaluation confirmed good usability and the positive impact of facial expressions, demonstrating the potential to strengthen learning and social inclusion.

Keywords Educational Robot, Intellectual Disability, Assistive Technology, Participatory Design, Storytelling.

Resumo. Introdução: O “Robô Contador de Histórias” é uma tecnologia assistiva para inclusão de pessoas com deficiência intelectual em contextos educacionais. **Objetivo:** Desenvolver um robô contador de histórias utilizando design participativo com pessoas da APAE. **Metodologia:** Foram realizadas oficinas participativas para incorporar preferências ao design. O protótipo foi construído com materiais acessíveis (papelão, LEGO EV3 e impressão 3D) e utiliza dois aplicativos sincronizados. **Resultados:** Os testes revelaram alta aceitação, com preferência por robô de tamanho médio e aparência amigável. A avaliação confirmou boa usabilidade e impacto positivo das expressões faciais, demonstrando potencial para fortalecer aprendizado e inclusão social.

Palavras-Chave Robô Educacional, Deficiência Intelectual, Tecnologia Assistiva, Design Participativo, Contação de Histórias.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos têm ampliado a compreensão sobre essas pessoas e também as possibilidades de intervenção pedagógica, posicionando a tecnologia como ferramenta central para promover práticas educativas mais inclusivas [Carneiro e Costa 2017].

Historicamente marginalizadas em contextos educacionais, pessoas com deficiência intelectual eram frequentemente mantidas em ambientes segregados, com investimentos reduzidos em sua formação [Carneiro e Costa 2017]. Apesar do histórico de exclusão, hoje observa-se uma mudança impulsionada pelo uso de tecnologias assistivas

[Galvão Filho 2016]. O foco está em garantir o acesso ao conhecimento por meio de estratégias adaptadas às suas capacidades e necessidades, promovendo sua autonomia e protagonismo [Carneiro e Costa 2017].

Nesse cenário, robôs sociais emergem como soluções promissoras por sua capacidade de interagir de forma acessível e lúdica. Projetados para facilitar o aprendizado, esses robôs têm demonstrado impactos positivos tanto no desenvolvimento cognitivo quanto na mediação de aspectos emocionais e sociais. Estudo com o robô *Pepper*, por exemplo, revelou sua eficácia como agente de apoio educacional e emocional para adultos com deficiência intelectual [Mitchell et al. 2021, Guedes et al. 2024].

Nosso projeto insere-se nesse contexto ao propor o desenvolvimento do Robô Contador de Histórias, uma tecnologia de baixo custo – se comparada aos Robôs comerciais de milhares de dólares, e voltada à inclusão educacional de pessoas com deficiência intelectual. O projeto adota a abordagem de design participativo, garantindo que as necessidades reais do público-alvo orientem tanto a forma quanto as funcionalidades do robô [Curty e de Marchi 2019].

O protótipo é formado por duas interfaces móveis integradas: uma para exibir histórias e outra para projetar expressões faciais sincronizadas com os eventos da narrativa. Cores simbólicas são usadas para ajudar pessoas com dificuldade em interpretar emoções, criando uma experiência imersiva e inclusiva que fortalece a compreensão do enredo e o vínculo emocional com o robô. Para aumentar a autonomia dos usuários, gestos táteis simples, como deslizar lateralmente na tela, tornam a navegação acessível, permitindo que pessoas com deficiência intelectual controlem o ritmo da narrativa, explorem as funções do dispositivo e participem ativamente da contação. Além disso, o feedback multimodal visual, tátil e sonoro foi calibrado para reforçar a sensação de competência e incentivar o uso da tecnologia assistiva.

A estrutura física do robô foi projetada com foco em acessibilidade e replicabilidade, utilizando inicialmente materiais como papelão e kits LEGO EV3, e posteriormente PLA em impressão 3D. Além disso, explorou-se a locomoção por esteiras e a personalização estética, com o objetivo de favorecer a empatia e o vínculo com os participantes.

Este trabalho também propõe um modo duplo de expressão emocional: além das animações faciais sincronizadas, discute-se a implementação de cores simbólicas como alternativa para pessoas com dificuldades na interpretação de emoções complexas [Policastro 2008]. A proposta é ampliar a acessibilidade comunicacional e permitir diferentes formas de leitura emocional.

Diante desse cenário, propõe-se a seguinte questão-problema: como desenvolver uma solução tecnológica de baixo custo, acessível e afetivamente significativa para apoiar a contação de histórias com pessoas com deficiência intelectual em contextos educacionais? Este artigo busca responder a essa questão por meio do desenvolvimento e avaliação de um Robô Contador de Histórias, concebido em diálogo direto com seus usuários finais.

Este trabalho aborda os Grandes Desafios do GranDIHC-BR 2025–2035, especialmente o GC4, que valoriza os aspectos socioculturais da Interação Humano-Computador, e o GC6, que trata das questões éticas e inclusivas da Inteligência Artificial [Pereira et al. 2024]. Por meio do desenvolvimento participativo de um Robô Contador de Histórias para pessoas com deficiência intelectual, busca-se promover acessibilidade,

vínculo afetivo e protagonismo em contextos educacionais.

A organização deste artigo visa apresentar de forma clara e estruturada o desenvolvimento e os principais achados da pesquisa. Na Seção 2, discutem-se os trabalhos relacionados, com ênfase em estudos sobre robôs sociais, tecnologias assistivas e abordagens participativas no contexto da deficiência intelectual. A Seção 3 descreve detalhadamente os procedimentos metodológicos adotados, incluindo o planejamento, as oficinas com os participantes e os critérios de análise. Em seguida, a Seção 4 apresenta as decisões de design adotadas na construção da interface digital e na modelagem física do robô, considerando os aspectos técnicos e estéticos observados ao longo do processo. A Seção 5 relata os principais resultados obtidos nas oficinas, destacando as percepções, interações e contribuições dos participantes. A Seção 6 aprofunda a análise crítica dos achados, relacionando-os à literatura da área e refletindo sobre suas implicações. Por fim, a Seção 7 reúne as considerações finais e propõe direções para pesquisas futuras e melhorias na proposta desenvolvida.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção aborda estudos sobre tecnologias assistivas para pessoas com deficiência intelectual, com ênfase em robôs sociais e recursos digitais aplicados à contação de histórias. A revisão buscou identificar lacunas na literatura que justifiquem o desenvolvimento de um robô contador de histórias de baixo custo. Foram utilizadas buscas em bases de dados acadêmicos e pesquisas livres com termos relacionados ao tema.

2.1. Tecnologias Assistivas e Inclusão de Pessoas com Deficiência Intelectual

As tecnologias assistivas têm sido amplamente estudadas como ferramentas para ampliar a autonomia, a comunicação e o aprendizado de pessoas com deficiência intelectual [Galvão Filho e Damasceno 2008]. O robô, junto ao aplicativo acessível, contribui diretamente para contextos educacionais e terapêuticos. Esta subseção apresenta estudos que abordam desde softwares educativos até robôs sociais aplicados em contextos pedagógicos e terapêuticos, ressaltando suas contribuições, limitações e relação com o presente trabalho.

O projeto segue as diretrizes WCAG 2.1 para apoiar usuários com deficiência intelectual, adotando linguagem simples, imagens de apoio, feedback multimodal, layouts previsíveis e botões adequados. No aplicativo, as histórias são organizadas em ordem lógica com ícones e textos descritivos, e a reprodução destaca visualmente e em áudio o foco, evitando sobrecarga cognitiva [Nguyen 2024].

A inclusão educacional de pessoas com deficiência intelectual exige estratégias que respeitem suas necessidades específicas e valorizem suas capacidades cognitivas e afetivas. Nos últimos anos, tecnologias assistivas têm se consolidado como recursos importantes para ampliar a autonomia e a participação desse público em ambientes de aprendizagem formal e informal [Ribeiro et al. 2024], incluindo o suporte para a dança e o engajamento [Guedes e Landoni 2024]. Nesse sentido, o projeto do Robô Contador de Histórias se alinha ao enfatizar o potencial afetivo da contação de histórias como ferramenta pedagógica e emocional, reforçando a participação ativa e significativa dos usuários em atividades de aprendizagem.

[Carneiro e Costa 2017] investigaram práticas pedagógicas voltadas à inclusão digital de estudantes com deficiência intelectual e concluíram que o uso planejado de tecnologias digitais no contexto escolar fortalece habilidades cognitivas e sociais. Tais recursos contribuem para o desenvolvimento da autonomia, da comunicação e da participação ativa dos alunos, tornando-os protagonistas do próprio processo educativo e estimulando competências sociais e comunicacionais.

Estudos apontam que o uso de ferramentas acessíveis pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo não apenas o acesso ao conteúdo, mas também o fortalecimento do vínculo afetivo entre os estudantes e os mediadores pedagógicos [Carneiro e Costa 2017].

Abordagens com cores, sons e interações visuais têm apoiado com êxito a comunicação de pessoas com dificuldades em expressar emoções [Silva 2023]. Tecnologias com expressividade visual e interatividade são, assim, fundamentais para inclusão plena, como mostram iniciativas com brinquedos e interfaces sensoriais [Boechat et al. 2020]. Nosso projeto adota essa abordagem ao integrar expressões faciais e reações sincronizadas às histórias, favorecendo a interpretação emocional e a interação.

Além disso, abordagens baseadas em cores, sons e interações visuais têm sido adotadas com sucesso para apoiar a comunicação, especialmente quando há dificuldades em interpretar emoções ou expressar sentimentos verbalmente [Silva 2023]. Nesse sentido, tecnologias que combinam expressividade visual e interatividade tornam-se especialmente relevantes para promover a inclusão plena, como demonstrado em iniciativas com brinquedos e interfaces sensoriais adaptadas [Boechat et al. 2020].

2.2. Robôs Sociais e Contação de Histórias Interativas

Com o avanço da robótica social, robôs interativos vêm sendo utilizados como mediadores de atividades educativas em diversos contextos. Em especial, a contação de histórias com apoio de robôs tem demonstrado potencial para promover engajamento, empatia e aprendizagem emocional. As histórias foram selecionadas com base em critérios de acessibilidade e validadas por profissionais da APAE, alinhando-se às diretrizes de educação especial [Oliveira e Amaral 2020].

Trabalhos com crianças e adolescentes em contextos inclusivos indicam que narrativas digitais contadas por robôs podem aumentar a atenção, melhorar a compreensão e favorecer a expressão verbal [de Oliveira Henrique e do Amparo 2018, Steinhäusser et al. 2021]. A expressividade do robô — seja por meio de voz, expressões faciais ou movimentos — influencia diretamente a receptividade dos participantes à atividade proposta [Kory Westlund et al. 2017]. O presente projeto se beneficia diretamente dessa constatação ao incorporar expressões faciais e feedbacks sonoros no robô contador de histórias, promovendo maior engajamento e facilitando a interpretação emocional das narrativas.

Projetos interdisciplinares também demonstram que a construção de robôs contadores de histórias pode beneficiar-se da colaboração entre áreas como Pedagogia e Engenharia, gerando soluções mais alinhadas às demandas educacionais [Nepomuceno et al. 2022]. O desenvolvimento do Robô Contador de Histórias exemplifica essa colaboração entre Pedagogia e áreas técnicas (como Informática), resultando em uma solução que respeita as especificidades educacionais e cognitivas do público-alvo.

Por fim, estudos envolvendo o robô *Pepper* reforçam a importância da aparência e do comportamento do robô na formação de vínculos afetivos. Participantes com deficiência intelectual demonstraram confiança e empatia ao interagir com o robô, muitas vezes atribuindo-lhe traços de personalidade humana, o que evidencia seu potencial como facilitador de relações em contextos educacionais [Mitchell et al. 2021, Guedes et al. 2024]. Inspirado nesses resultados, o projeto buscou criar um robô com aparência amigável e expressiva, capaz de gerar empatia e facilitar interações significativas, reafirmando seu papel como ferramenta de apoio emocional e educacional.

No Brasil, há um crescimento de pesquisas que utilizam tecnologias assistivas para a inclusão de pessoas com deficiência intelectual na educação. Estudos indicam que o uso planejado de recursos digitais favorece a autonomia, a comunicação e o engajamento dos estudantes, especialmente quando adaptados às suas necessidades cognitivas e afetivas. Essas evidências reforçam a importância de soluções acessíveis e de baixo custo, como o Robô Contador de Histórias, para ampliar a participação em contextos educacionais mediados por tecnologia.

3. Metodologia

A metodologia deste estudo adota uma abordagem mista, combinando técnicas qualitativas, quantitativas e exploratórias em um processo participativo e iterativo. O caráter exploratório justifica-se pela escassez de registros sobre o uso de robôs sociais em contextos educacionais inclusivos voltados a pessoas com deficiência intelectual [Carneiro e Costa 2017, Ribeiro et al. 2024]. As oficinas seguiram princípios de participação ativa, respeitando as capacidades cognitivas e afetivas dos participantes, conforme [Silva 2023, Schlünzen e Junior 2006], com ênfase na escuta sensível, mediação lúdica e uso de múltiplas linguagens. A análise foi qualitativa e categorial, buscando padrões de empatia, engajamento e sugestões de melhoria, complementada por quantificações simples de respostas observáveis, como compreensão de comandos e reações emocionais.

3.1. Principais Etapas

A metodologia foi organizada em quatro grandes etapas: (1) revisão teórica e levantamento técnico, (2) planejamento participativo, (3) construção e testes do protótipo, e (4) coleta e análise dos dados.

Etapa 1 – Revisão teórica e levantamento técnico: O processo teve início com uma ampla revisão bibliográfica e a análise de projetos existentes relacionados ao uso de robôs sociais em contextos educacionais inclusivos. O foco esteve na interação com pessoas com deficiência intelectual, especialmente em iniciativas voltadas à mediação narrativa, à comunicação não verbal e à acessibilidade. Nessa fase, foram identificadas práticas, limitações e diretrizes relevantes para nortear o desenvolvimento do robô, incluindo aspectos como formato físico (humanoide ou não), presença de voz, expressões faciais e estratégias de engajamento lúdico.

Etapa 2 – Planejamento participativo: Com base na investigação inicial, realizaram-se reuniões de planejamento com a equipe técnica e pedagógica do projeto. Nesses encontros, foram definidos os requisitos essenciais da solução, com destaque para a contação de histórias como funcionalidade central e não opcional. Também se discutiram as restrições orçamentárias e a importância de adotar uma abordagem acessível, de

baixo custo e replicável. Foram consultadas referências técnicas em artigos científicos, plataformas maker e sites especializados, com o objetivo de identificar soluções viáveis e componentes compatíveis com a proposta.

Etapa 3 – Construção e testes do protótipo: O protótipo foi desenvolvido com materiais acessíveis e prototipagem rápida, começando por modelos em papelão para ajustes ágeis de forma e funcionalidade. Oficinas com usuários finais validaram aparência, usabilidade, expressividade emocional e preferências narrativas, gerando ciclos iterativos de aprimoramento. Os aplicativos foram criados com Apache Cordova, por ser gratuito, compatível com Android e integrável ao hardware, com histórias organizadas em carrossel interativo em HTML, CSS e JavaScript. Essa abordagem metodológica seguiu diretrizes nacionais e permitiu refinar o Robô Contador de Histórias em constante diálogo com os usuários.

Etapa 4 – Coleta e análise dos dados: Os dados coletados durante as oficinas incluíram observações comportamentais, registros audiovisuais, respostas espontâneas, desenhos livres e interações com o robô e o aplicativo. Esses dados foram organizados em categorias temáticas para análise qualitativa e, em alguns casos, quantitativa, com foco na identificação de padrões recorrentes que indicassem aceitação, empatia, engajamento e sugestões de melhoria. A triangulação dos dados permitiu validar as soluções propostas e orientar as próximas fases de desenvolvimento.

Esse percurso metodológico, fundamentado na participação ativa dos usuários e no refinamento constante do protótipo, buscou garantir que o Robô Contador de Histórias não fosse apenas funcional, mas também significativo e afetivamente relevante para o público com deficiência intelectual.

3.2. Cuidados Éticos e Análise de Dados

Conforme às Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS n.º 466/2012, Norma Operacional 001/2013, Resolução CNS n.º 510/2016 e Resolução CNS n.º 674/2022, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a gravação de áudio e vídeo com finalidade exclusiva de análise e documentação da pesquisa. No caso dos participantes menores de idade, o consentimento legal foi assegurado por meio da instituição parceira APAE, que possui autorização prévia dos pais ou responsáveis para a participação em atividades realizadas por ela. Além disso, antes de cada oficina, os próprios participantes foram informados sobre a natureza da pesquisa e convidados a participar voluntariamente, podendo recusar a qualquer momento. A identidade dos participantes será preservada, e os registros serão excluídos após o término do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa. As observações foram registradas com o auxílio de um celular e posteriormente organizadas com base nas categorias presentes na ficha de observação (ou nas categorias definidas pelos pesquisadores), permitindo identificar padrões de comportamento e engajamento. Já os desenhos foram analisados por meio de análise de conteúdo, agrupando elementos visuais recorrentes que representavam funcionalidades desejadas, emoções projetadas nos robôs e elementos imaginários. Essa abordagem combinada permitiu uma compreensão mais profunda das expectativas e sentimentos dos participantes.

3.3. Participantes

Para a realização das três oficinas que compuseram esta pesquisa, a seleção dos participantes foi conduzida pela equipe pedagógica da instituição APAE. Os critérios considerados incluíram a disponibilidade de tempo, o nível de engajamento demonstrado em atividades anteriores e a diversidade de perfis entre os estudantes. Os convites foram realizados presencialmente pela equipe pedagógica da APAE, que apresentou a proposta das oficinas de forma acessível e respeitosa. A composição dos grupos variou entre as oficinas, de forma intencional, com o objetivo de contemplar diferentes perspectivas, habilidades, idades e experiências.

Embora alguns participantes tenham comparecido a mais de uma oficina, não houve obrigatoriedade de continuidade, pois a proposta metodológica valoriza a escuta ativa de múltiplas vozes. Essa estratégia contribuiu para identificar padrões recorrentes e observar tanto a diversidade quanto a consistência das opiniões ao longo do processo. Além disso, a variação entre participantes permitiu testar a compreensibilidade do robô e do aplicativo com usuários que nunca haviam interagido com a tecnologia.

As oficinas envolveram participantes de 6 a 47 anos com diferentes níveis de deficiência intelectual. A interação com o robô e os aplicativos, aliada a atividades criativas, promoveu engajamento afetivo e respostas espontâneas. A comunicação foi clara e acessível: cerca de 80% dos participantes se comunicaram de forma compreensível, enquanto 20% apresentaram comunicação verbal reduzida ou ausente.

Tabela 1. Descrição das oficinas realizadas com participantes da APAE.

Oficina	Local	Participantes	Idade Média	Sexo (M/F)	Duração	Objetivo Principal
1	Instituição de ensino	11	24,8	8M / 3F	3h	Avaliação inicial de protótipo e app
2	APAE	12	15,5	6M / 5F	2h	Avaliação do robô físico e app
3	APAE	12	15,5	6M / 6F	2h 30m	Avaliação das histórias e personalização do robô

Descrição da Tabela 2: A tabela apresenta as opiniões dos participantes da Oficina 3 sobre a aparência do robô (como touca, saia, sapato ou peruca) e suas histórias favoritas, como “Chapeuzinho Vermelho” ou “Três Porquinhos”. Há três colunas: participante (P1 a P9), comentários sobre a aparência e história favorita. “Sem opinião registrada” indica ausência de resposta verbalizada.

3.4. Oficina 1: Primeiras Impressões e Exploração Inicial

A primeira oficina teve caráter exploratório e foi realizada nas dependências da instituição de ensino superior vinculada ao projeto com duração aproximada de três horas. Ela teve como principal objetivo iniciar o contato entre os participantes e o conceito do Robô Contador de Histórias, ao mesmo tempo em que forneceu insumos valiosos para as primeiras decisões de design.

Foram elaboradas diferentes estratégias de avaliação qualitativa. Inicialmente, os participantes foram convidados a observar o protótipo digital do robô (Figura 1a) e a compartilhar suas primeiras impressões. A intencionalidade era verificar se o visual proposto transmitia simpatia, curiosidade e acessibilidade. O objetivo era identificar sinais de empatia ou rejeição espontâneos, como expressões faciais, comentários ou gestos.

Na sequência, foi realizado um teste de usabilidade com o carrossel no aplicativo de histórias no celular, entendemos aqui por ‘teste de usabilidade’ a avaliação da eficiência, eficácia e satisfação segundo [Nielsen 1993], medida por observação direta e tempo para completar tarefas de navegação no carrossel. O foco foi avaliar a compreensão da interface e a navegação intuitiva, com base em elementos visuais como setas e ícones.

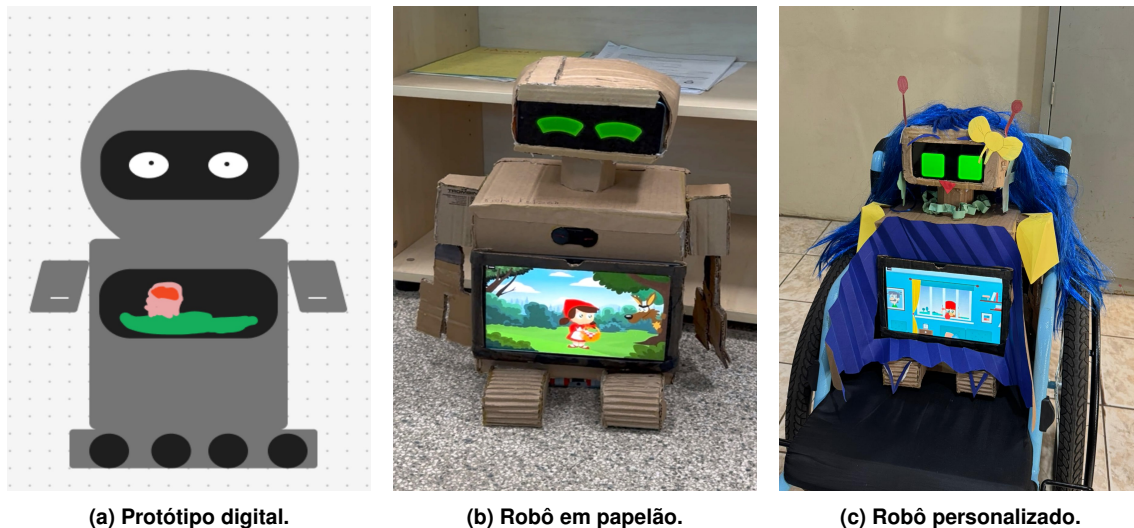


Figura 1. Personalização e versões do protótipo desenvolvidas durante o processo de design.

Ao final da oficina, propôs-se uma discussão coletiva sobre o interesse dos participantes por livros e narrativas. A ideia era identificar se o vínculo afetivo com histórias já fazia parte de suas rotinas ou se o robô poderia representar uma nova porta de entrada para o universo literário. Essa etapa também teve o papel de ampliar o repertório da equipe sobre as expectativas, desejos e reações dos participantes diante de uma proposta de tecnologia inclusiva.

Essa primeira oficina foi essencial para coletar dados iniciais sobre percepções, preferências e limites de compreensão em relação ao projeto.

3.5. Oficina 2: Imaginação, Redesenho e Narrativas

A segunda oficina teve como objetivo utilizar métodos participativos para incentivar a criatividade e a reflexão sobre o papel dos robôs sociais e teve duração aproximada de duas horas. Para isso, os participantes foram convidados inicialmente a responder à pergunta “Para que serve um robô?”, em uma etapa de brainstorm sobre possíveis funções atribuídas a robôs.

Em seguida, realizaram uma atividade de desenho, na qual imaginaram e representaram visualmente um robô a partir de suas próprias percepções. Após essa primeira etapa, foi realizada a apresentação do Robô Contador de Histórias, e então os participantes foram convidados a redesenhá-lo, permitindo observar possíveis mudanças na percepção e apropriação da tecnologia apresentada.

3.6. Oficina 3: Interação Afetiva e Personalização

A terceira oficina foi realizada na instituição APAE, com duração aproximada de duas horas e meia. Nesta etapa, o robô contador de histórias foi apresentado novamente. Antes

da apresentação, o robô foi posicionado em uma cadeira de rodas, como estratégia para promover maior identificação e conforto entre os participantes, inspirada em princípios de familiaridade e inclusão descritos por [Schlünzen e Junior 2006].

A oficina teve início com uma dinâmica: os participantes foram convidados a desenhar, em folhas de papel sulfite, como imaginavam um robô, tal como na Oficina 2, retomou-se a atividade de desenho livre para verificar transferências de conceito em novos participantes. Essa atividade fez estimular a criatividade quanto verificar se algum dos participantes se lembrava do robô apresentado em oficinas anteriores.

Ao longo da oficina, o robô foi apresentado ao grupo, e exibiu histórias curtas em um ambiente preparado para promover conforto, atenção e familiaridade. As atividades ocorreram em uma sala de aula previamente conhecida pelos participantes. O espaço contava com janelas abertas e boa iluminação natural, além de cadeiras organizadas de forma acessível, disponibilizadas pela instituição parceira. Durante a contação, os participantes permaneceram concentrados, atentos e em silêncio, o que indicou uma recepção altamente positiva da proposta narrativa. Também foi observado que alguns participantes reagiam conforme às expressões faciais exibidas pelo robô. Quando o robô demonstrava felicidade, por exemplo, alguns diziam frases, como 'ele está feliz' e, em seguida, passavam a expressar sinais de alegria, indicando uma identificação emocional com o dispositivo.

Após a familiarização inicial com o robô, foi realizada uma atividade de personalização com o objetivo de fortalecer ainda mais a identificação dos participantes com o robô. Inicialmente, foram utilizados acessórios previamente preparados pela equipe, trazidos de casa, como forma de exemplificar possibilidades de customização e estimular a imaginação dos participantes.

Em seguida, propôs-se uma atividade prática em que os próprios participantes foram convidados, a criar acessórios utilizando cartolina e outros materiais simples. A proposta foi bem recebida, e todas as escolhas de acessórios foram decididas por votação, e a maioria se envolveu de forma colaborativa no processo de personalização do robô. O robô personalizado pode ser visto na Figura 1c.

Após todas as atividades, alguns participantes foram convidados a interagir diretamente com o robô, utilizando o carrossel de histórias disponível na interface. Eles foram orientados a selecionar as histórias de sua preferência.

3.7. Desenvolvimento Iterativo da Estrutura Física do Robô

A construção do Robô Contador de Histórias foi realizada de forma iterativa e participativa, ocorrendo em paralelo às oficinas e sendo constantemente ajustada com base nas contribuições dos participantes. Desde a primeira oficina, os estudantes tiveram contato com versões iniciais do protótipo e puderam influenciar decisões relacionadas à aparência, tamanho, formato e funcionalidades do robô.

A primeira versão do robô, apresentada durante a Oficina 1, consistia em um modelo conceitual digital e em esboços de estrutura física, ainda sem corpo construído. Com base nas reações observadas e nas sugestões espontâneas dos participantes, iniciou-se a montagem de um protótipo físico em papelão. A escolha desse material se deu pela sua leveza, baixo custo e facilidade de manuseio, características ideais para ciclos de prototipagem rápida e adaptação ao longo das etapas da pesquisa.

Esse primeiro modelo físico foi testado na Oficina 2, já contendo elementos como a locomoção por esteiras com motores EV3, um tablet acoplado para exibição das histórias e um celular posicionado na parte superior, simulando expressões faciais. A aparência simples e o formato cúbico agradaram aos participantes, sendo inclusive referidos como “fofo” e “bonitinho” por alguns deles.

Durante a Oficina 3, o robô já apresentava melhorias de acabamento, com reforços estruturais e estabilidade aprimorada. A versão utilizada nessa etapa incorporava personalizações estéticas feitas pelos próprios participantes, como toucas e acessórios coloridos.

Após essa etapa, iniciou-se a transição para a versão final do robô, confeccionada com filamento PLA e impressão 3D. Essa estrutura visa garantir maior durabilidade, apelo visual e funcionalidade mecânica. O design preserva os elementos validados com os participantes, incluindo o uso de esteiras, proporções amigáveis e espaço para acoplamento dos dois dispositivos móveis que compõem a interface principal.

A seguir, são listados os principais materiais e componentes utilizados na montagem do robô ao longo das versões:

- Filamento PLA Inox (estrutura definitiva em 3D);
- Duas caixas de papelão (versões de teste);
- Dois motores servo grandes EV3 (locomoção);
- Dois sensores infravermelhos EV3;
- Controle remoto EV3 e peças LEGO variadas;
- Um micro servo CF Sunbird para os braços;
- Uma placa Arduino para controle dos servos;
- Um celular (expressões faciais);
- Um tablet (exibição das histórias).

Cada elemento foi integrado conforme suas funções específicas:

- O celular foi posicionado como “rosto” do robô, exibindo expressões animadas sincronizadas com a narrativa.
- O tablet, acoplado ao corpo, permitiu a navegação pelas histórias em um carrossel acessível.
- Os motores servo grandes e os sensores EV3 proporcionaram locomoção e controle remoto responsivo.
- O Arduino e o micro servo CF Sunbird possibilitaram movimentos básicos dos braços.

Além da montagem física, a equipe também realizou testes técnicos com a plataforma Arduino. Um dos primeiros exercícios consistiu em montar um semáforo funcional com LEDs e resistores, como forma de familiarização com conceitos básicos de programação e eletrônica. Em paralelo, foram feitos experimentos com servomotores para estudar a amplitude de movimentos que poderiam ser incorporados ao robô.

A construção física do Robô Contador de Histórias foi incorporada ao ciclo metodológico participativo do projeto. O protótipo evoluiu continuamente por meio do diálogo direto com os usuários, garantindo que suas opiniões influenciassem tanto o conteúdo narrativo e a interface digital quanto o design e a expressividade física do robô. Esse processo de prototipagem e fabricação, alinhado aos princípios do Culture Maker, reforça a importância da interação entre fabricação manual e digital no desenvolvimento do produto e no aprendizado dos envolvidos [Negraes et al. 2024].

4. Interface Digital e Design do Robô

Com o objetivo de tornar a experiência de contação de histórias mais acessível, interativa e emocionalmente engajadora para pessoas com deficiência intelectual, foram desenvolvidos dois aplicativos móveis integrados ao protótipo do robô. Cada dispositivo — um celular e um tablet — desempenha uma função complementar na mediação narrativa.

4.1. Distribuição Funcional: Tablet e Celular

O **tablet**, posicionado no "corpo" do robô, é responsável por apresentar as histórias. O conteúdo narrativo foi selecionado com base nas preferências identificadas nas oficinas com participantes, incluindo histórias de ação, fantasia e terror.

O **celular**, fixado na "cabeça" do robô, exibe as expressões faciais animadas que acompanham os eventos narrativos em tempo real. As animações foram criadas utilizando o aplicativo Alight Motion 2, escolhido por sua interface acessível, disponibilidade gratuita e compatibilidade com dispositivos móveis. Cada emoção — como “Raiva” (Figura 2c), “amoroso” (Figura 2d), “confuso” (Figura 2a), entre outras — foi representada com elementos visuais simples e de alto contraste (olhos verdes animados sobre fundo escuro). Os vídeos gerados foram exportados em formato MP4 e organizados em uma sequência controlada por comandos sincronizados com o andamento das histórias.

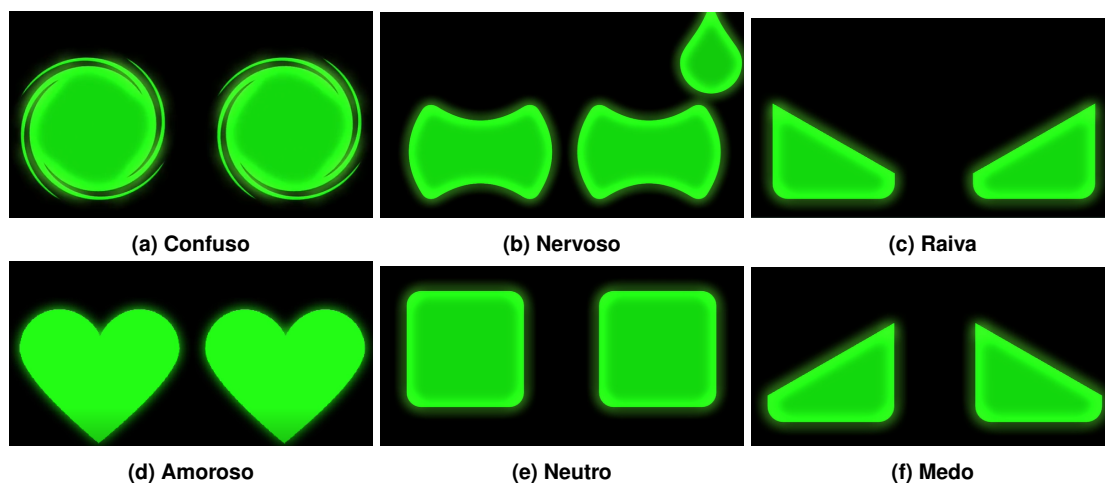


Figura 2. Reações faciais feitas pelo Alight motion

4.2. Sincronização em Tempo Real

Para garantir a coerência entre os dois dispositivos durante a interação, foi implementada uma comunicação em tempo real baseada no protocolo **WebSocket**. Avaliaram-se inicialmente diversas soluções: USB, Firebase Realtime Database, Server-Sent Events (SSE), WebRTC e API RESTful com Long Polling. No entanto, os WebSockets demonstraram melhor equilíbrio entre estabilidade, leveza, baixa latência e facilidade de integração.

Durante os testes em ambientes distintos, a ferramenta Ngrok foi utilizada para expor localmente o servidor WebSocket de forma segura e pública, facilitando o pareamento entre os dispositivos mesmo em redes diferentes.

O fluxo de comunicação é unidirecional: o tablet envia comandos contendo identificadores de tempo (timestamps) e códigos de animação, que são interpretados pelo celular, que então executa a expressão facial correspondente. Essa sincronização possibilita reações emocionais ajustadas a trechos específicos das histórias, como surpresa diante de um susto ou sorriso ao final feliz.

4.3. Princípios de Design Acessível

Desde o início, o design dos aplicativos foi orientado por princípios de acessibilidade e usabilidade para pessoas com deficiência intelectual. A interface foi pensada para minimizar a carga cognitiva, utilizando cores neutras, texto reduzido, ícones simples e ausência de elementos distrativos. O método de navegação adotado baseia-se no gesto de *deslizar o dedo lateralmente*, simulando um carrossel de histórias, que pode ser substituído pelo toque nas setas direcionais, aparecendo uma história por vez.

Além disso, o layout responsivo foi projetado para funcionar em telas de diferentes tamanhos, com feedback visual a cada interação, reforçando a previsibilidade das ações. O uso de linguagem visual em vez de texto foi priorizado, reduzindo a necessidade de alfabetização para navegação básica.

4.4. Integração com Plataforma Robótica

A arquitetura digital foi acoplada a uma base física construída com o kit LEGO Mindstorms EV3. Esta base inclui dois motores médios (para movimentos dos braços) e dois motores grandes (responsáveis pela locomoção por esteiras), além de sensores infravermelhos que recebem sinais de um controle remoto dedicado.

A movimentação do robô inclui comandos simples — avançar, recuar e virar — permitindo ao operador ajustar sua posição durante as atividades com os participantes. A programação dos comportamentos foi realizada em linguagem visual por blocos, utilizando o ambiente LEGO Education Classroom, escolhido por sua interface intuitiva, acessibilidade gratuita e facilidade para testes rápidos e interação com os estudantes do projeto.

4.5. Inovação Assistiva e Abordagem Integrada

A proposta técnica deste projeto propõe uma integração de software e hardware orientada pela acessibilidade, baixo custo e adaptação a contextos educacionais reais. A sincronização entre narrativa e expressão facial, reforçada por uma plataforma robótica empática e personalizável, visa facilitar a compreensão de conteúdos e construir um vínculo afetivo entre os usuários e a tecnologia.

Com isso, o robô contador de histórias assume o papel de mediador pedagógico e emocional, promovendo inclusão ativa e significativa de pessoas com deficiência intelectual em atividades lúdico-educativas, alinhando-se às diretrizes de tecnologia assistiva e design centrado no usuário.

5. Resultados

A análise dos resultados obtidos ao longo das oficinas revelou aspectos fundamentais para o desenvolvimento do Robô Contador de Histórias, bem como para a compreensão das necessidades e preferências dos participantes. Desde os primeiros encontros, ficou evidente

a importância de oferecer uma variedade de temas que atendesse aos diferentes interesses do público, indo além de conteúdos infantis e abrangendo gêneros como terror, fantasia e ação. A possibilidade de locomoção do robô também despertou grande entusiasmo, sendo considerada uma funcionalidade divertida e envolvente.

Além disso, após a primeira oficina, as expressões faciais exibidas pelo robô foram reformuladas com o objetivo de torná-las mais simples, claras e objetivas, facilitando sua compreensão e evitando possíveis confusões. A cor das expressões também foi alterada para um tom de verde suave figura 2 que foi muito bem recebido pelos usuários. Segundo estudos da psicodinâmica das cores, esse tom está associado à sensação de tranquilidade e conforto visual [da Silva 2023]. As expressões faciais, quando sincronizadas com os eventos das histórias, geraram respostas animadas e engajadas, indicando que essa estratégia contribui significativamente para a experiência emocional e imersiva dos participantes.

5.1. Interação com o Protótipo e Preferências Narrativas

Durante a primeira oficina, foi apresentado um protótipo de baixa fidelidade desenvolvido com a ferramenta Figma (Figura 1a). A demonstração foi bem recebida pelos participantes, servindo como base para ajustes e validações. O carrossel de seleção de histórias foi avaliado positivamente, sendo facilmente utilizado com o gesto de arrastar lateralmente. No entanto, a ausência de um símbolo de “play” gerou confusão [Silvino e Abrahão 2007], pois uma participante não sabia como iniciar a história e exigiu suporte. Após informá-la que poderia apertar em qualquer parte da tela para iniciar a imagem, a participante conseguiu executar uma história de maneira independente.

No que diz respeito às preferências narrativas, os participantes demonstraram interesse por histórias de terror, fantasia e ação, contrariando estereótipos sobre gostos simplificados. Durante a exibição de uma das histórias, os participantes se mostraram concentrados, embora uma participante tenha relatado que achava algumas histórias “muito infantis”, indicando a diversidade de opiniões no grupo (Figura 3b).



(a) Apresentação do robô.



(b) Apresentação das histórias.

Figura 3. Momentos de apresentação do robô com os participantes da Apae, feito em um círculo, e interação com o robô.

Com base nesses feedbacks, foi desenvolvido um protótipo físico de tamanho reduzido, construído em papelão. Sua recepção foi muito positiva. Comentários como “Pode deixar o robô de papelão mesmo” mostraram que o material e o formato foram bem aceitos (Figura 3). O movimento do robô gerou entusiasmo, com reações como “Olha que legal, ele mexe os braços e é tímido”.

Além disso observou-se que a presença do robô gerou momentos de interação não apenas entre os participantes e o dispositivo, mas também entre os próprios participantes. Comentários espontâneos, risos compartilhados e sugestões coletivas sobre a personalização do robô indicaram que a atividade favoreceu a socialização. Por exemplo, ao discutirem qual acessório o robô deveria usar, os participantes cooperaram e expressaram suas opiniões em grupo, promovendo diálogo e construção coletiva. Esses momentos evidenciam que o robô atuou como mediador de interações sociais.

5.2. Avaliação das Expressões Faciais e Design da Interface

As expressões faciais exibidas pelo foram, em geral, compreendidas e bem aceitas, promovendo maior engajamento na contação de histórias. A reação de tristeza foi prontamente identificada, sendo reconhecida como característica marcante do robô. No entanto, outras expressões, como o olhar de canto, a expressão séria e a confusa, não foram facilmente reconhecidas, o que exigiu ajustes no design para aumentar sua clareza.

Também foram avaliadas percepções em relação ao tamanho e à forma do robô. Ao verem robôs de grande porte (como o modelo Optimus Gen 2 da Tesla), alguns participantes os associaram à ideia de “tecnologia avançada”, enquanto outros relataram sentimentos de medo. Em contraste, robôs menores, como o modelo Eilik, foram descritos como “fofos” e “bonitinhos”, sendo recebidos com mais simpatia e menos resistência.

5.3. Personalização do Robô e Identidade dos Participantes

Durante as oficinas, os participantes tiveram a oportunidade de personalizar o robô com acessórios e elementos visuais. Foi nesse contexto que emergiu um resultado especialmente relevante: a escolha coletiva por representar o robô com características femininas. Essa escolha incluiu a aplicação de saias, brincos (um de flor azul e outro de cruz rosa), touca, colar de papel e mangas amarelas, todos confeccionados pelos próprios participantes com materiais simples e acessíveis. Essa customização espontânea reforça o que [Dennler et al. 2025] aponta sobre a personalização como forma de expressão cultural e criação de vínculo com a tecnologia assistiva.

A personalização do robô com base nos materiais utilizados, especialmente no que se refere à escolha das cores, mostrou-se bastante positiva durante as oficinas. Considerando que a versão final do robô será construída com filamento, as percepções dos participantes quanto às preferências de cor serão levadas em consideração para selecionar a tonalidade mais adequada. Essa escolha visa tornar o robô mais familiar e acolhedor aos olhos dos usuários, além de demonstrar que suas opiniões foram ouvidas e implementadas. Essa escuta ativa tende a fortalecer o vínculo afetivo com o robô e a estimular maior engajamento nas interações futuras.

A atribuição de gênero ao robô foi discutida diretamente. Ao serem perguntados “Qual gênero você imagina que o robô teria?”, a maioria respondeu que seria uma menina. Entretanto, observou-se que o mais importante para os participantes não era o gênero em si, mas sim a liberdade de personalizar o robô de acordo com seus próprios gostos. Essa flexibilidade foi essencial para gerar sentimento de pertencimento e valorização da identidade.

Além disso, participantes expressaram desejos espontâneos, como “colocar touca e roupa no robô”, ou “tocar música”. Um empate na escolha dos brincos levou à solução

criativa de usar modelos diferentes em cada orelha. Essa construção coletiva demonstrou o envolvimento dos participantes e reforçou o potencial do robô como ferramenta de inclusão e expressão criativa.

Durante a segunda oficina, os desenhos dos participantes foram bastante variados, incluindo representações como centopeias robóticas, versões do personagem Patrick Estrela e versões próximas ao modelo final. Um momento marcante foi o de uma participante que, inicialmente triste por não saber desenhar, conseguiu finalizar seu desenho após incentivo, demonstrando grande satisfação.

Por fim, foi observado que a associação entre a voz do robô e o gênero influenciou a percepção dos participantes. Embora a literatura indique que o gênero da voz nem sempre impacta a experiência de interação [Steinhaeusser et al. 2021], neste contexto, os participantes associaram a voz ao gênero feminino, o que pode indicar caminhos para personalização mais inclusiva e significativa.

Durante a oficina, também foi realizada uma pergunta aberta sobre a idade que os participantes atribuiriam ao robô. A maioria das respostas indicou uma faixa etária entre 21 e 30 anos, enquanto apenas uma participante sugeriu a idade de 9 anos. Esse dado revela que os participantes se sentiram mais confortáveis ao imaginar o robô como uma figura mais velha, o que pode estar relacionado a uma sensação de acolhimento e segurança. A atribuição de uma idade mais avançada ao robô parece ter contribuído para estabelecer uma relação de confiança, aproximando-o de uma figura adulta com quem os participantes poderiam se identificar e interagir de forma mais afetiva. Essa construção de vínculo afetivo por meio da personalização e da percepção social do robô está alinhada com estudos que destacam o potencial dos robôs sociais em contextos inclusivos e educacionais, promovendo empatia e engajamento entre pessoas com deficiência intelectual [Leite et al. 2022].

5.4. Percepções dos Participantes na Oficina 3

A terceira oficina teve como foco a apresentação da versão física do Robô Contador de Histórias, agora já montado e funcional, posicionado em uma cadeira de rodas. Essa decisão, além de oferecer apoio estrutural, buscou estabelecer um vínculo simbólico com os participantes, reforçando o caráter inclusivo do projeto. A presença do robô em uma configuração que remetia a uma condição familiar para muitos dos presentes foi interpretada de forma positiva e acolhedora, contribuindo para uma recepção empática logo no início da atividade, como aponta Schlünzen (2006), ao destacar a importância da familiaridade e identificação no uso de tecnologias inclusivas [Schlünzen e Junior 2006].

Durante essa oficina, foi conduzida uma atividade dividida em duas etapas de desenho. Inicialmente, os participantes foram convidados a representar, com base apenas em sua imaginação, como seria um robô: 4a, 4b e 4c. Essa primeira versão gráfica teve como objetivo mapear o repertório visual, os estereótipos e os elementos simbólicos que os usuários associam à figura de um robô antes de qualquer contato físico com o protótipo.

Após essa etapa, o robô foi apresentado ao grupo e colocado em funcionamento. Os participantes puderam observar sua movimentação, ouvir a contação de histórias e acompanhar a exibição das expressões faciais animadas. Esse contato direto foi essencial para consolidar percepções mais concretas sobre o robô, e os comentários coletados

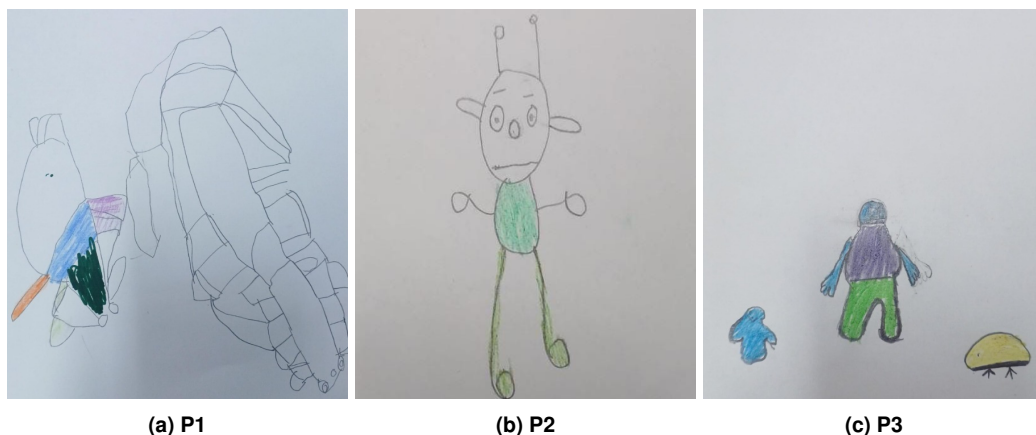


Figura 4. Primeira versão dos desenhos feitos pelos participantes da apae, antes da apresentação do robô.

após essa experiência revelaram mudanças significativas na forma como os participantes compreendiam sua aparência, função e personalidade.

A Tabela 2 sintetiza algumas das falas e reações registradas durante a atividade, incluindo sugestões estéticas. As histórias listadas foram selecionadas com base nos critérios descritos na Seção 2.2 e adaptadas conforme as preferências observadas durante as oficinas. Ainda que nem todos tenham verbalizado suas impressões, as respostas coletadas reforçam a importância da interação física para estimular envolvimento afetivo e gerar propostas espontâneas de personalização.

Tabela 2. Opiniões dos participantes na Oficina 3 sobre a aparência do robô e histórias preferidas.

Participante	Opinião sobre a aparência do robô	História favorita
P1	Gostaria de colocar touca e roupa no robô	Sem opinião registrada
P2	Sem opinião registrada	Chapeuzinho Vermelho
P3	Sem opinião registrada	Sem opinião registrada
P4	Sem opinião registrada	Sem opinião registrada
P5	Não teve sugestões de acessórios	Sem opinião registrada
P6	Sem opinião registrada	Três Porquinhos
P7	Gostou da peruca	Três Porquinhos
P8	Colocaria sapato e saia no robô	Sem opinião registrada
P9	Colocaria uma blusa no robô	Chapeuzinho Vermelho

A Tabela 2 apresenta as opiniões dos participantes da Oficina 3 sobre a aparência do robô (como touca, saia, sapato ou peruca) e suas histórias favoritas, como “Chapeuzinho Vermelho” ou “Três Porquinhos”. Há três colunas: participante (P1 a P9), comentários sobre a aparência e história favorita. “Sem opinião registrada” indica ausência de resposta verbalizada.

Em continuidade à atividade, foi solicitado que os participantes realizassem um

novo desenho do robô, agora com base na experiência concreta vivida. O objetivo foi identificar transformações na representação visual, influenciadas pelas interações práticas e pelas emoções despertadas pelo contato com o robô.

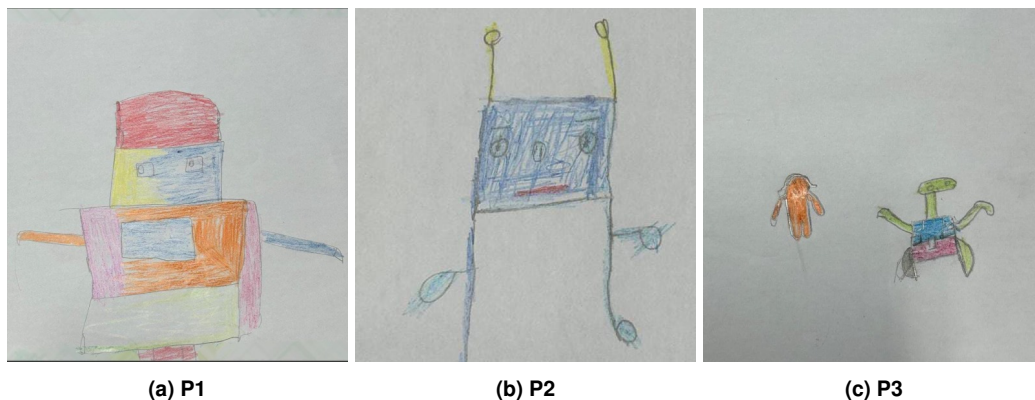


Figura 5. Segunda versão dos desenhos após a apresentação do robô.

As comparações entre as duas versões revelaram mudanças expressivas: os desenhos após a interação com o robô apresentaram mais detalhes, maior coerência com o modelo real e elementos estéticos inspirados na versão física. Como mostrado nas Figuras 5a, 5b e 5c, é notável que os desenhos passaram a representar acessórios e o formato da “cabeça”.

Essas atividades demonstram como a construção de significado em torno da tecnologia assistiva é fortemente influenciada pela vivência concreta. A possibilidade de interação direta e personalização visual aproximou o robô da realidade simbólica dos participantes, contribuindo para um maior senso de pertencimento. Essa relação afetiva com a tecnologia reforça sua função não apenas como dispositivo funcional, mas como mediador simbólico de inclusão, identidade e expressão individual.

5.5. Problemas observados e desafios futuros

Apesar dos resultados positivos, foram identificados alguns problemas futuros:

- **Durabilidade e manutenção:** O protótipo de papelão mostrou-se frágil após as oficinas. A versão final, feita em filamento, exigirá testes de resistência e um design modular que facilite a substituição de peças danificadas.
- **Locomoção em superfícies não planas:** Os testes ocorreram em superfícies planas, mas ambientes reais apresentam obstáculos e irregularidades. Será necessário incorporar rodas ou aprimorar as esteiras para garantir a locomoção sem dificuldades.
- **Escalabilidade e tempo de sessão:** O uso de um único robô pequeno limitou a participação. Em grupos maiores, será preciso definir turnos ou disponibilizar mais unidades, a fim de obter melhores resultados.

6. Discussão

O desenvolvimento do Robô Contador de Histórias revelou um conjunto de aprendizados significativos não apenas sobre tecnologia assistiva, mas também sobre como co-construir

soluções acessíveis em diálogo com seus futuros usuários. Esta seção discute as principais decisões de projeto, suas motivações e os impactos observados a partir das oficinas realizadas, conectando essas evidências às abordagens teóricas discutidas anteriormente.

6.1. Expressividade e Interação Multissensorial

O robô poderia contar com voz artificial, tornando a interação mais natural, como sugerido em estudos sobre robôs narradores [Steinhaeusser et al. 2021]. Contudo, essa funcionalidade foi adiada por restrições técnicas e orçamentárias. Mesmo assim, a ideia gerou entusiasmo nas oficinas, mostrando seu potencial para aumentar a imersão e a identificação com o robô. Futuras implementações de interações dialogadas poderiam promover experiências mais participativas e educativas [Carneiro e Costa 2017].

As expressões faciais foram essenciais no design do robô, com emoções básicas como alegria e tristeza sendo bem reconhecidas, mas as mais sutis gerando dúvidas. Isso reforça a necessidade de adaptar a linguagem não verbal ao público-alvo, conforme [Kory Westlund et al. 2017]. O uso de cores simbólicas, como o verde associado à tranquilidade, ajudou a criar uma recepção emocional positiva [Sá 2024, da Silva 2023].

6.2. Design Acessível da Interface e Navegação

A construção da interface digital seguiu princípios de acessibilidade cognitiva, priorizando simplicidade visual e interações gestuais intuitivas. A proposta inicial de apresentar múltiplas histórias simultaneamente foi substituída por uma visualização sequencial, alinhada ao conceito de “foco único” para minimizar sobrecarga cognitiva [Herrera et al. 2014]. Essa escolha foi validada durante as oficinas, nas quais os participantes relataram facilidade de uso e compreensão do fluxo narrativo. A navegação baseada em gestos (como deslizar o dedo) foi percebida como adequada por participantes com perfis diversos, conforme sugerido por [Felicioni et al. 2021].

6.3. Forma, Tamanho e Locomoção do Robô

O formato físico do robô foi outro ponto decisivo na aceitação da tecnologia. A opção por um modelo compacto, com aparência não humanoide, foi bem recebida e considerada confortável pelos participantes. Robôs maiores ou mais “realistas” foram associados a medo ou estranhamento, como também relatado em estudos com o robô *Pepper* [Mitchell et al. 2021, Guedes et al. 2024]. Essa escolha dialoga com a literatura sobre antropomorfismo moderado em robótica educacional, que recomenda formas simpáticas, mas não excessivamente humanas [de Oliveira Henrique e do Amparo 2018].

No que diz respeito à locomoção, diferentes alternativas foram discutidas, como pernas articuladas, rodas e esteiras. As esteiras foram escolhidas por oferecerem maior estabilidade e segurança de navegação, além de menor complexidade de implementação [Böttcher 2006]. O movimento do robô não apenas ampliou sua funcionalidade, mas também despertou entusiasmo entre alguns participantes, como observado em outras experiências com robôs móveis em ambientes escolares [Kory Westlund et al. 2017].

6.4. Cocriação, Personalização e Participação Afetiva

A abordagem participativa foi essencial para alinhar expectativas e adaptar o design do robô às necessidades dos usuários. A atividade de desenho nas oficinas revelou que os

participantes já possuíam um entendimento sobre tecnologias e usaram sua criatividade para propor soluções. A personalização estética, com acessórios como toucas e brincos, envolveu o grupo e reforçou a importância da representatividade simbólica, alinhando-se às recomendações de [Pagnan et al. 2019] e [Boechat et al. 2020] sobre design centrado no usuário.

O robô também estimulou dinâmicas colaborativas, como decisões coletivas e conversas, evidenciando seu papel social. A reação emocional dos participantes, como “o robô é muito feliz” e “quando vocês vão voltar?”, mostrou um forte vínculo afetivo, conforme apontado por [Mitchell et al. 2021]. A escolha de uma cadeira de rodas para o robô foi acolhedora, mas exige cuidado para não reforçar estigmas. Por isso, decisões de design inclusivo devem considerar tanto os impactos emocionais quanto os significados socioculturais [Mitchell et al. 2021, Schlünzen e Junior 2006].

6.5. Narrativas, Envolvimento e Expectativas Pedagógicas

A escolha das histórias impactou diretamente a qualidade da interação. Apesar da boa recepção geral, a crítica de que algumas histórias eram “muito infantis” revela a necessidade de diversificar os temas e gêneros narrativos. Como destaca [Brito 2011], jovens com deficiência intelectual desenvolvem escuta sensível e ativa, sendo plenamente capazes de apreciar conteúdos mais complexos. A introdução de histórias de aventura, mistério ou temas cotidianos pode aumentar o alcance do robô como ferramenta pedagógica.

A narrativa, nesse contexto, teve papel potencial como mediadora da atenção, da memória e da afetividade. A concentração dos participantes durante as exposições, aliada às expressões emocionais espontâneas e à imitação das reações do robô, aponta para a efetividade da proposta em promover uma escuta ativa e engajada. Essa dimensão lúdica e emocional posiciona o Robô Contador de Histórias não apenas como um dispositivo tecnológico, mas como uma interface relacional com potencial para contribuir com o aprendizado e o senso de pertencimento.

7. Considerações Finais

O Robô Contador de Histórias mostrou-se promissor, com potencial para fortalecer a inclusão de pessoas com deficiência intelectual. Combinando tecnologias acessíveis, design centrado no usuário e metodologias participativas, a iniciativa gerou interações positivas e conexões afetivas, destacando seu valor como solução emergente de tecnologia assistiva.

Os dados das oficinas indicam que elementos como o carrossel de histórias, a expressividade facial sincronizada e o formato compacto do robô foram cruciais para sua aceitação. O uso de materiais simples, como papelão, permitiu testes iterativos com recepção positiva. Um aprendizado importante foi a rejeição ao modelo grande, substituído por um robô de tamanho médio (48x36x18 cm), mais amigável e menos intimidador [Leite et al. 2022].

Quanto ao design estético, os participantes preferiram um formato não humanoide, com formas suaves e cores claras, como o cinza, que transmitem aspecto visual considerado agradável [da Silva 2023, Soares e Barros 2018]. Essa escolha está em sintonia com abordagens recorrentes para ambientes inclusivos.

As expressões faciais geraram opiniões diversas. Enquanto alguns relataram dificuldades em interpretar emoções complexas, outros destacaram a importância dessas

expressões para compreender melhor os enredos [Mishra et al. 2024]. Para atender a essa diversidade, o projeto evoluiu para uma abordagem com dois modos de exibição emocional: expressões animadas e símbolos cromáticos. Essa flexibilidade pode contribuir para tornar a interação mais acessível para diferentes perfis de usuários.

Uma sugestão marcante dos participantes foi incluir perguntas ao final das histórias, permitindo uma interação ativa com o conteúdo narrado. Essa proposta indica caminhos futuros para tornar o robô mais interativo e educativo, promovendo o desenvolvimento cognitivo por meio de narrativas com ramificações ou minijogos.

A interface do aplicativo, baseada em navegação por gestos simples, foi bem avaliada. O carrossel de histórias demonstrou ser intuitivo, e melhorias como a inclusão de um botão de “play” visual foram incorporadas com base no feedback dos usuários.

As oficinas também revelaram o valor simbólico de decisões de design. A presença do robô em uma cadeira de rodas foi percebida como gesto de inclusão e despertou empatia. A possibilidade de personalização, por meio de roupas e acessórios, fortaleceu o sentimento de pertencimento, um fator relevante para a aceitação para a aceitação de tecnologias em contextos educacionais inclusivos.

Durante as exposições, os participantes demonstraram atenção plena, reações emocionais sincronizadas com o conteúdo e comentários espontâneos que evidenciam compreensão narrativa. Esses comportamentos reforçam o indicativo de que pode atuar como ferramenta de mediação tecnológica e emocional.

Os próximos passos do projeto envolvem aprimorar tecnicamente as expressões faciais, tornando-as mais claras e facilmente interpretáveis, além de ampliar a diversidade das histórias para atender a diferentes faixas etárias. Também se pretende investigar a integração de voz sintetizada para aumentar a imersão durante a contação, bem como desenvolver interações educativas ao final das histórias, como perguntas ou minijogos. Por fim, estão previstas novas oficinas com o protótipo final para avaliar as melhorias implementadas.

Este projeto não apenas entrega um protótipo funcional, mas também propõe um novo olhar sobre o desenvolvimento de tecnologias educacionais centradas nas emoções, na escuta e no respeito às singularidades. O *Robô Contador de Histórias* representa mais do que um artefato interativo: é um incentivo à inclusão e à participação criativa dos usuários.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão a todos os participantes e às pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Estendemos também nossa gratidão ao IFMS e ao CNPq por financiarem esta pesquisa. Este trabalho contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa para auxílio na redação e/ou revisão textual, em especial o ChatGPT, da OpenAI, utilizado como suporte para a formulação e melhoria do conteúdo escrito.

Referências

Boechat, J., Magalhães, F., Dantas, O., Borges, L., de Faria, E., e Nunes, E. (2020). Guidelines para engenharia de um brinquedo robô personalizado para reabilitação de

- pessoa com deficiência. In *Anais do 5º Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software (WASHES)*, pages 101–105, Cuiabá. Sociedade Brasileira de Computação (SBC).
- Böttcher, S. (2006). Principles of robot locomotion. *Seminar ‘Human robot interaction’*, pages 1–25.
- Brito, N. (2011). *A recepção da criança com deficiência intelectual ao texto literário na educação infantil*. Tese (doutorado em educação), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Carneiro, R. U. C. e Costa, M. C. B. (2017). Tecnologia e deficiência intelectual: práticas pedagógicas para inclusão digital. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, pages 706–719.
- Curty, C. M. e de Marchi, G. H. (2019). Desenvolvimento de um robô colaborativo de baixo custo aplicado à indústria 4.0. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- da Silva, F. A. (2023). A psicodinâmica das cores: uma análise sobre a ótica do neuro-marketing. *Congresso Internacional de Administração - ADM 2023*, pages 1–11.
- de Oliveira Henrique, A. e do Amparo, F. V. d. S. (2018). Contação de histórias e letramento literário: Contribuições para a aprendizagem do educando com deficiência intelectual. *Nuances: estudos sobre Educação*, 29(1).
- Dennler, N., Kian, M., Nikolaidis, S., e Matarić, M. (2025). Designing robot identity: The role of voice, clothing, and task on robot gender perception. *International Journal of Social Robotics*, pages 1–22.
- Felicioni, N., Ferrari Dacrema, M., e Cremonesi, P. (2021). Measuring the user satisfaction in a recommendation interface with multiple carousels. In *Proceedings of the 2021 ACM International Conference on Interactive Media Experiences*, pages 212–217.
- Galvão Filho, T. (2016). Deficiência intelectual e tecnologias no contexto da escola inclusiva. *Discriminação e racismo nas Américas: um problema de justiça, equidade e direitos humanos*. Curitiba: CRV, pages 305–321.
- Galvão Filho, T. A. e Damasceno, L. L. (2008). Tecnologia assistiva em ambiente computacional: recursos para a autonomia e inclusão sócio-digital da pessoa com deficiência. *Boletim Del Real. Madri*, (63).
- Guedes, L. S. e Landoni, M. (2024). Integrating dancing robots in intellectual disability support: Balancing technology and human interaction. In *Extended abstract from the 17th International Workshop on Human-Friendly Robotics (HFR 2024)*, pages 1–5.
- Guedes, L. S., Mitchell, A., Sitbon, L., Dedò, S., e Landoni, M. (2024). Social robots in museums: Enhancing engagement and accessibility for people with intellectual disabilities. In *11th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2024)*, pages 1–8, Abu Dhabi, United Arab Emirates. ACM.
- Herrera, A. R. C. e S., Dickie, I. B., e Schulenburg, H. R. W. (2014). Design inclusivo: Interface gráfica voltada para crianças com síndrome de down. *Ergodesign & HCI*, 2(1):1–8.

- Kory Westlund, J. M., Jeong, S., Park, H. W., Ronfard, S., Adhikari, A., Harris, P. L., De Steno, D., e Breazeal, C. L. (2017). Flat vs. expressive storytelling: Young children's learning and retention of a social robot's narrative. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(art. 295).
- Leite, F., Andrade, M., Alves, G., Díaz-Amado, J., Sousa, R., Barrios-Aranibar, D., et al. (2022). Navegação com restrições sociais com base em uma percepção robocêntrica. In *Congresso Brasileiro de Autômática-CBA*, volume 3.
- Mishra, C., Skantze, G., Hagoort, P., e Verdonshot, R. (2024). Perception of emotions in human and robot faces: Is the eye region enough? In *Social Robotics*, volume 15561 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 290–303. Springer.
- Mitchell, A., Sitbon, L., Balasuriya, S. S., Koplick, S., e Beaumont, C. (2021). Social robots in learning experiences of adults with intellectual disability: An exploratory study. In Ardito, C., Lanzilotti, R., Malizia, A., Petrie, H., Piccinno, A., e Desolda, G., editors, *Human-Computer Interaction – INTERACT 2021*, volume 12932 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 266–285, Cham. Springer.
- Negraes, L., Santos, M. C. S. d., e Medeiros, I. L. d. (2024). Integração entre prototipagem e fabricação em fablabs: uma abordagem prática para o ensino de design de produtos. volume 8, pages 29–54.
- Nepomuceno, M. E., Studer, C. E., Bortolo, S., de Gois, G. C., e Alfena, R. D. L. (2022). Aprendizagem interdisciplinar: Construção de um robô animatrônico capaz de contar histórias para crianças. volume 44, pages 1–16.
- Nguyen, H. (2024). Enhancing accessibility in web applications: A comprehensive study on common accessibility issues and implementing solutions in react application. pages 1–61, Helsinki, Finland.
- Nielsen, J. (1993). Usability engineering. San Francisco. Morgan Kaufmann (AP Profissional).
- Oliveira, A. R. e Amaral, M. I. P. (2020). A utilização da contação de histórias como ferramenta pedagógica na educação inclusiva. *Revista Educação Especial*, 33:e20.
- Pagnan, A. S., Simplício, G. C., e Santos, V. C. (2019). Design centrado no usuário e seus princípios éticos norteadores no ensino do design. *Estudos em Design*, 27(1):131–147.
- Pereira, R., Darin, T., e Silveira, M. S. (2024). Grandihc-br: Grand research challenges in human-computer interaction in brazil for 2025-2035. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, IHC '24, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Policastro, C. A. (2008). Arquitetura robótica inspirada na análise do comportamento. Tese de doutorado. Acesso aberto via Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.
- Ribeiro, S. M. S., Silva Júnior, D. R. d., Mota, P. H. B., Silva, G. C. d., Costa, E. S. d., Genuíno, R. H. C., Nogueira, A. d. C., e Conceição, E. M. d. (2024). As tecnologias digitais na educação e inclusão de alunos com deficiência intelectual: uma revisão de literatura. *Anais do X Congresso Nacional de Educação*. Disponível em: e-Repositório Realize.

- Schlünzen, E. T. M. e Junior, K. (2006). Tecnologias, desenvolvimento de projetos e inclusão de pessoas com deficiência. *Inclusão Rev Educ Esp*, 2(2):46–51. São Paulo.
- Silva, F. A. d. (2023). A psicodinâmica das cores: Uma análise sobre a ótica do neuro-marketing. *Artigo ADM*. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil.
- Silvino, A. M. D. e Abrahão, J. I. (2007). Navegabilidade e inclusão digital: usabilidade e competência. *RAE eletrônica*, 2:1–14.
- Soares, C. e Barros, B. (2018). Cor e percepção ambiental: um estudo de caso em uma biblioteca universitária. page 808. Fortaleza, CE, Artigo de anais de congresso.
- Steinhaeusser, S. C., Schaper, P., Bediako Akuffo, O., Friedrich, P., Ön, J., e Lugin, B. (2021). Antropomorfize-me! efeitos do gênero do robô na percepção dos ouvintes sobre o robô social nao em um caso de uso de contação de histórias. In *Companion da Conferência Internacional ACM/IEEE de Interação Humano-Robô 2021*, HRI '21 Companion, pages 529–534, Nova York, NY, EUA. Association for Computing Machinery.
- Sá, T. H. M. d. (2024). A pedagogia das cores na educação: explorando a influência das cores no ambiente de aprendizado. Licenciatura em Pedagogia, Universidade Federal da Paraíba.