

Além do toque: interface acessível utilizada como recurso de inclusão escolar em casos de paralisia cerebral

Beyond touch: an accessible interface used as a resource for school inclusion in cases of cerebral palsy

Más allá del toque: una interfaz accesible utilizada como recurso de inclusión escolar en casos de parálisis cerebral

Andressa Ipolito Fonseca Zanetti 

Prefeitura Municipal de Nova Odessa, Nova Odessa – SP, Brasil.

andressaipolitofonseca@gmail.com

Serguei Balachov 

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Campinas – SP, Brasil.

serguei.balachov@cti.gov.br

Tathiane Rubin Rodrigues Cuesta 

Prefeitura Municipal de Campinas, Campinas – SP, Brasil.

tathiane.rubin@educa.campinas.sp.gov.br

Recebido em 27 de novembro de 2025

Aprovado em 10 de setembro de 2026

Publicado em 30 de setembro de 2026

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar o uso de uma Interface de Acessibilidade para Dispositivos Móveis (IADM) em ambiente escolar. Foram analisados os aspectos de atenção, engajamento e comunicação intencional. A pesquisa ocorreu em uma escola municipal de Campinas/SP. Trata-se de um estudo qualitativo exploratório, com delineamento de estudo de caso, sendo os participantes duas crianças com Paralisia Cerebral (PC) atendidas na Sala de Recursos Multifuncionais (SMR). As sessões aconteceram entre os meses de maio e agosto, por meio de atividades que envolveram aplicativos como YouTube e ASTeRICS Grid. Foram realizadas observações sistemáticas, registros técnicos e análise de conteúdo. Os resultados revelaram melhora da atenção à tarefa, da comunicação intencional e ampliação da autonomia dos participantes. Diante dos resultados, é possível sugerir que a interface possibilitou a compreensão dos participantes sobre a relação de causa e efeito e o envolvimento com as atividades propostas pela professora. Adicionalmente, foi possível constatar que os aspectos técnicos, tais quais a presença de fios e a estabilidade do acionador, exigem melhorias para uma melhor eficácia e usabilidade. A IADM refletiu em uma solução viável de Tecnologia Assistiva (TA) no

ambiente educacional, proporcionando inclusão, autonomia e participação ativa de alunos com deficiência motora.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva; Interface de Acessibilidade; Paralisia Cerebral.

ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate the use of a Mobile Device Accessibility Interface (MDAI) in a school environment. Aspects of attention, engagement, and intentional communication were analyzed. The research took place in a municipal school in Campinas/SP. This is an exploratory qualitative study with a case study design, involving two children with Cerebral Palsy (CP) who attended the multifunctional resource room (MRR). The sessions were conducted between May and August through activities involving applications such as YouTube and AsTeRICS Grid. Systematic observations, technical records, and content analysis were carried out. The results revealed improvements in task attention, intentional communication, and increased autonomy of the participants. Based on these findings, it can be suggested that the interface enabled the participants to understand the cause-and-effect relationship and engage with the activities proposed by the teacher. Additionally, it was found that technical aspects, such as the presence of wires and the stability of the actuator, require improvements for better effectiveness and usability. The MDAI proved to be a viable assistive technology solution in the educational environment, promoting inclusion, autonomy, and active participation of students with motor disabilities.

Keywords: Assistive Technology; Accessibility Interface; Cerebral Palsy.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue investigar el uso de una Interfaz de Accesibilidad para Dispositivos Móviles (IADM) en un entorno escolar. Se analizaron los aspectos de atención, compromiso y comunicación intencional. La investigación se llevó a cabo en una escuela municipal de Campinas/SP. Se trata de un estudio cualitativo exploratorio con diseño de estudio de caso, cuyos participantes fueron dos niños con Parálisis Cerebral (PC) atendidos en la sala de recursos multifuncionales (SRM). Las sesiones se realizaron entre los meses de mayo y agosto mediante actividades que involucraron aplicaciones como YouTube y AsTeRICS Grid. Se llevaron a cabo observaciones sistemáticas, registros técnicos y análisis de contenido. Los resultados revelaron mejoras en la atención a la tarea, la comunicación intencional y la ampliación de la autonomía de los participantes. A partir de estos resultados, se puede sugerir que la interfaz permitió a los participantes comprender la relación de causa y efecto y participar en las actividades propuestas por la docente. Además, se constató que los aspectos técnicos, tales como la presencia de cables y la estabilidad del actuador, requieren mejoras para lograr una mayor eficacia y usabilidad. La IADM se reflejó como una solución viable de Tecnología Asistiva en el entorno educativo, promoviendo inclusión, autonomía y participación activa de los estudiantes con discapacidad motora.

Palabras clave: Tecnología Asistiva; Interfaz de Accesibilidad; Parálisis Cerebral.

Introdução

A paralisia cerebral (PC) é compreendida como um grupo de desordens permanentes do movimento e postura advindos de lesão não progressiva que deve acontecer durante o processo de desenvolvimento cerebral (Rosenbaum *et al.*, 2007).

A PC pode ser classificada, de acordo com a alteração do movimento presente em três tipos: espástica (hipertonia muscular e hiperreflexia), discinética (movimentação involuntária e presença de estereotipias com tônus flutuante) atáxica (déficit de coordenação motora e hipotonia), e em relação a área de apresentação, pode ser tetraparética (comprometimento de membros e tronco), hemiparética (lado direito ou esquerdo), diparética e monoparética (Paul *et al.*, 2022).

As diferentes manifestações clínicas da PC interferem na funcionalidade e consequentemente na participação social desses indivíduos. Compreender as barreiras de ordem motora e comunicacional na vida dessas pessoas contribui com melhores oportunidades de aprendizagem, socialização e expressão de suas vontades e desejos, o que impacta significativamente o processo de inclusão escolar.

Independente do diagnóstico de cada criança, as deficiências motoras severas e dificuldades de comunicação representam uma parcela da população que possuem necessidades complexas, o que demanda diferentes tipos de assistência em suas atividades de vida diária (Ostensjø, Carlberg, Vøllestad, 2003). A comunicação desses indivíduos pode exigir meios incomuns de execução, tais como o piscar, apontar, ou outros, e o uso de recursos de baixa ou alta tecnologia (Borgestig *et al.*, 2021). Nesse sentido, a utilização de recursos de Tecnologia Assistiva (TA) é indicada como estratégia essencial para possibilitar a equidade de acesso, favorecendo a autonomia, a comunicação e a participação social desses indivíduos. No Brasil, A Tecnologia Assistiva é conceituada legalmente como:

(...) produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Brasil, 2015).

No contexto educacional é nítido o progressivo uso de recursos digitais como estratégia de Tecnologia Assistiva. Nos últimos anos consolidou-se o entendimento de que a inserção de recursos digitais computacionais favorece o processo de participação desses indivíduos. Contudo, apesar desse avanço, ainda são incipientes as investigações empíricas sobre a aplicabilidade de tais interfaces no cotidiano escolar de alunos com PC, sobretudo em instituições públicas brasileiras e, são menores ainda, os estudos que investigam as aplicações de acessibilidade em dispositivos móveis nesse contexto escolar.

Embora existam diversos estudos voltados à compreensão do uso de interfaces acessíveis em dispositivos móveis por pessoas com deficiência motora ou PC —

especialmente no âmbito da comunicação alternativa —, ainda há escassa exploração de seu potencial para avaliação, acompanhamento e aprendizagem no ambiente escolar, o que evidencia a necessidade de pesquisas aplicadas nesse sentido.

Nesse contexto, este artigo aborda a experimentação de uma interface de acessibilidade cujo objetivo é promover acesso às pessoas com comprometimentos motores no uso dos dispositivos móveis. Trata-se de um sistema que aproveita as capacidades funcionais dos indivíduos, e converte os sinais emitidos, como um ruído ou um toque físico em sinais de acionamento no dispositivo móvel, possibilitando o acesso do usuário a qualquer aplicativo instalado no dispositivo (Zanetti, 2024).

A interface funciona exibindo na tela um cursor diferenciado: um círculo central, acompanhado de traços que percorrem horizontal e verticalmente a tela. Esse cursor se desloca automaticamente, permitindo ao aluno acompanhar visualmente o movimento e acionar o dispositivo no momento em que o marcador atinge o alvo desejado (como o botão “play”). Dessa forma, a seleção não depende de movimentos refinados, mas apenas da associação entre o estímulo visual e o acionamento do botão externo.

Figura 1 - Interface: tablet, acionador e laringofone



Fonte: Portfólio da pesquisa

Para avaliar a aplicabilidade dessa interface no contexto educacional, foi estabelecida uma parceria institucional realizada entre o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI), responsável pelo desenvolvimento da Interface de Acessibilidade para Dispositivos Móveis (IADM), e a escola municipal Centro Educacional Integrado João Vialta (CEI) cujas instalações dispõem de salas de aula para ensino infantil e sala de recursos multifuncionais.

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo analisar os efeitos do uso de uma interface de acessibilidade para dispositivos móveis em alunos com PC, matriculados em uma escola municipal de Campinas/SP, considerando indicadores de atenção, engajamento e comunicação intencional.

Metodologia

Desenho do estudo, população, local e critérios de seleção

A pesquisa possui abordagem qualitativa exploratória com delineamento de estudo de caso (Gil, 2008). O caráter exploratório foi utilizado por refletir maior familiaridade com o problema investigado, favorecendo a compreensão do fenômeno estudado. O estudo de caso, por sua vez, garante uma investigação aprofundada dos casos, considerados em seu contexto real, permitindo uma compreensão em detalhes das experiências dos participantes. Assim, são apresentados e analisados dois casos de pessoas com PC e suas experiências com o uso da IADM no contexto escolar. As coletas de dados aconteceram no segundo semestre de 2025, na sala de recursos multifuncionais da escola pública municipal CEI João Vialta, Campinas, São Paulo.

Os critérios de inclusão foram: pessoas com diagnóstico clínico de PC, deficiência motora, intencionalidade comunicativa e resposta ocular. Os critérios de exclusão foram: presença de deficiências sensoriais ou cognitivas.

A amostra foi caracterizada como não probabilística intencional em virtude de os participantes terem sido selecionados por apresentarem características clínicas e funcionais compatíveis com os critérios do estudo e disponibilidade para participação nas sessões. De um total de cinco crianças, duas foram selecionadas, denominadas ficticiamente de João e Sofia.

Coleta de dados

Foram realizadas quatro sessões individuais, duas com cada estudante, com duração aproximada de cinquenta minutos. As atividades ocorreram em carteira escolar adaptada à cadeira de rodas, com acesso por acionador de pressão de tamanho grande, ajustado ao lado mais funcional de cada criança, e uso de vídeos de interesse individual como reforço. A professora da sala de recursos multifuncionais recebeu capacitação para utilizar a Interface no contexto educacional e aplicar as sessões de uso.

Procedimentos

Para os procedimentos de coleta de dados, inicialmente foi apresentada a interface na qual os participantes fariam a exploração, composto pela caixa controladora, o *tablet* e o periférico sensor de toque (acionador), na sequência, houve um escalonamento gradual de tentativas de causa e efeito.

De maneira a registrar as sessões para análises futuras, foram utilizados meios como: observação, registros técnicos e gravações. As gravações em vídeo foram realizadas com a câmera do *smartphone*.

A observação concentrou-se em dois eixos: resposta intencional e comportamentos relevantes. Considerou-se resposta intencional toda ativação voluntária do acionador temporalmente relacionada à demanda da tarefa (após instrução, pausa do vídeo ou sinal

do adulto), acompanhada de orientação do olhar e com tendência à redução de latência entre o estímulo e a resposta ao longo das tentativas.

Foram registrados, adicionalmente, comportamentos relevantes para a execução, tais como busca ativa do acionador, correções de posicionamento, contato visual alternado com o adulto e a tela, vocalizações/gestos de solicitação ou recusa, manutenção de prontidão manual e autocorreções após tentativas sem efeito.

Os registros contemplaram latência, frequência e consistência das ativações funcionais, necessidade de mediação e notas qualitativas, com ajustes de reforço e pausas breves para prevenir fadiga. Esse arranjo metodológico evidenciou sinais de intencionalidade e o fortalecimento de repertórios comportamentais relevantes para a autonomia no uso do dispositivo ao longo das quatro sessões.

Aplicativos utilizados

Durante as sessões foram utilizados:

- YouTube¹ – Recurso de vídeo, considerando conteúdos previamente selecionados do roteiro de preferência dos alunos, com foco em estímulo visual e motivacional.
- Asterics Grid² – Recurso de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), favorecendo a interação por meio de escolhas simples, como “sim/não” e “eu quero”.

As principais dimensões registradas para fins de avaliação foram:

- Resposta intencional – avaliada pelo uso do acompanhamento ocular e acionadores, identificando a capacidade de realizar escolhas conscientes (play/pause, “sim/não”, “eu quero”).
- Outros comportamentos relevantes – registros adicionais de reações, como expressões emocionais, vocalizações ou movimentos espontâneos, que indicam participação e envolvimento com a proposta.
- Atenção – observada a partir da manutenção do olhar direcionado para os estímulos visuais (vídeos e CAA), com ampliação progressiva do tempo de fixação.
- Engajamento – verificado nas situações em que o aluno demonstrou interesse ativo pela atividade, seja por meio de expressões faciais, movimentos corporais ou tentativas de acionar o recurso.

Análises dos dados

Foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, composta das seguintes etapas: Pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. A pré-análise consiste na análise inicial dos dados coletados, incluindo o levantamento de hipóteses e a definição dos objetivos do estudo. A exploração do material envolve a codificação dos dados e o

tratamento diz respeito à busca dos significados, que deve ser realizada à luz das reflexões e análises sobre as categorias antes formuladas (Bardin, 2010).

Dessa forma, foram realizadas as transcrições e observações das sessões de modo a obter um conteúdo descritivo que correspondesse à experiência vivenciada por cada participante. Em seguida, por meio de exploração do material escrito, foram identificadas e agrupadas as unidades obtidas em categorias de análise e, por fim, procedeu-se ao tratamento dos dados por meio da reflexão das categorias formadas.

Aspectos éticos

Todos os aspectos éticos estão de acordo com parecer emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Paulínia, sob número 6.095.655. Ressalta-se que os participantes e seus responsáveis foram esclarecidos previamente sobre a pesquisa e tiveram acesso ao conteúdo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguido das coletas das assinaturas.

Resultados

A organização da apresentação dos resultados está dividida em dois estudos de caso: João e Sofia, composta pelas análises dos seguintes tópicos: caracterização individual, atenção e engajamento, comunicação intencional e autonomia. Inicialmente foi realizada uma avaliação técnica da Interface no qual a professora descreveu suas impressões de uso denominada aspectos técnicos e usabilidade.

Aspectos técnicos e usabilidade

Foram destacados três aspectos técnicos da interface que requerem aprimoramento: presença de fios, atrasos no acionamento e necessidade de fixação do acionador.

Presença de fios: o uso de dispositivos com cabos limita a mobilidade dos alunos e pode gerar desconforto, especialmente para aqueles com controle motor reduzido ou espasticidade. A migração para tecnologias *wireless* é recomendada para ampliar a liberdade de movimento e a naturalidade da interação.

Atraso no acionamento: foi identificado um atraso entre o acionamento do botão e a resposta da interface, o que pode gerar frustração e confusão nos usuários. Essa latência afeta o tempo de resposta e pode prejudicar a aprendizagem de comandos mais complexos.

Fixação do acionador: a ausência de uma base estável para o acionador exigiu que a professora o segurasse manualmente, o que não é ideal para a autonomia do aluno e para a naturalidade da atividade. A criação de uma plataforma de fixação mecânica é fundamental para garantir estabilidade e permitir que o aluno opere o dispositivo de forma independente.

Descrições dos Casos

Caso João

Caracterização

João, oito anos, é estudante do terceiro ano do ensino fundamental e apresenta diagnóstico de PC, caracterizada por movimentos espásticos associados a movimentos atetóides. Essa condição resulta em movimentos involuntários e amplos de membros, porém com baixa precisão motora. Além disso, apresenta dificuldade na sustentação da atenção.

Sua comunicação ocorre predominantemente por meio de expressões faciais: manifesta aceitação através do sorriso e recusa por meio do fechamento dos olhos ou de movimentos manuais. Também emite balbucios relacionados à tentativa de fala, especialmente em momentos ociosos, os quais funcionam como forma de expressar interesse em interações com as pessoas ao redor.

Testes anteriores com mouse ocular mostraram-se ineficazes, pois João não consegue coordenar os movimentos da cabeça com o olhar, o que impede o controle adequado do cursor. Além disso, quando acerta o alvo, aplica força excessiva, dificultando a manipulação de telas sensíveis ao toque.

Atenção e engajamento

De acordo com as observações realizadas, a partir da introdução da interface, houve um aumento expressivo da atenção do participante na tarefa. Durante a atividade com vídeo, orientou-se o uso do acionador para dar o comando de play. Notou-se que, mesmo quando o aluno desviava o olhar devido à espasticidade, ele retornava com facilidade o foco para a tela. Pela primeira vez na experiência pedagógica desse participante, verificou-se manutenção da atenção durante todo o vídeo, além do fato dele conseguiu repetir a ação com maior intencionalidade.

No segundo encontro foi utilizada a interface com o aplicativo *Asterics Grid* exibindo opções de “sim” e “não” em lados opostos da tela. João foi capaz de realizar escolhas simples e manteve o olhar fixo na tela por mais tempo do que o habitual. Em outra atividade, com o uso do acionamento para play e pausa, o participante aprendeu que pressionar o acionador uma única vez era suficiente para acionar o vídeo, ajustando seu comportamento após algumas tentativas.

Comunicação intencional e autonomia

João demonstrava, pela expressão de descontentamento, que desejava iniciar o vídeo. Após compreender que, para isso, era necessário acionar o dispositivo — procedimento que foi experimentado com ele — passou a buscar o alvo (acionador) e a pressioná-lo para iniciar a reprodução. Ao conseguir, manifestava contentamento por meio do sorriso. Antes da apresentação do dispositivo, mesmo quando os vídeos eram de temas de seu interesse, João apenas lançava olhares e balançava-se na cadeira, sem fixar ou manter a atenção ao conteúdo oferecido. Durante a atividade, contudo, conseguiu sustentar o foco, apesar dos movimentos espásticos, acompanhando atentamente com o olhar o que

ocorria na tela. A partir do momento em que entendeu a dinâmica, todas as vezes que o vídeo parava, João já não alterava a expressão: imediatamente procurava o acionador para retomar a reprodução.

Na atividade seguinte, voltada à escolha na comunicação, foi realizada a pergunta: “Quer assistir vídeo?”, seguida das opções “sim” e “não”. O participante respondeu “sim” por três vezes e, quando respondeu “não”, a pergunta foi reformulada. Outra pergunta elaborada foi se ele desejava a bolacha que ele costumava comer durante os atendimentos, João aguardou o cursor posicionar-se sobre “sim” para solicitar a bolacha, comportamento que repetiu em duas ocasiões.

Caso Sofia

Caracterização

Sofia tem sete anos, está no primeiro ano do Ensino Fundamental e apresenta paralisia cerebral espástica, com aparente déficit de controle motor voluntário e necessidades complexas de comunicação. Não consegue manter o olhar fixo na tela por longos períodos. Sua comunicação acontece, predominantemente, pelo sorriso e pela contração muscular do corpo quando a resposta é “sim” ou quando deseja demonstrar sua escolha diante de uma pergunta. Para indicar “não”, faz uma feição de desagrado e não contrai os músculos, permanecendo na mesma posição.

Sofia vocaliza com frequência durante músicas e quando parece estar contando algo, especialmente em respostas às perguntas. Nessas vocalizações, realiza tentativas de movimentos dos lábios e da língua.

Atenção e engajamento

No primeiro atendimento com o novo dispositivo Sofia foi capaz de assistir a vídeos com mais atenção, mantendo os olhos fixos na tela e demonstrando maior interesse, especialmente em conteúdos que pareciam agradá-la.

No segundo atendimento, observou-se um progresso significativo. Durante uma atividade com o acionador, ao ser orientada a apertar o botão para iniciar o vídeo, a participante utilizou a mão esquerda de forma mais controlada e acionou o dispositivo quatro vezes voluntariamente. Demonstrou empolgação e envolvimento emocional, reforçando sua intenção para realizar a tarefa. Foi possível observar um tempo prolongado de atenção e um evidente avanço no processo de comunicação intencional.

Comunicação intencional e autonomia

Antes da apresentação do dispositivo, mesmo diante de vídeos de seu interesse, Sofia não direcionava o olhar para a tela e não demonstrava reações. Com a introdução da interface e o uso do cursor diferenciado, ela passou a acompanhar o movimento na tela e compreendeu que poderia iniciar o vídeo sempre que este pausasse. Ao perceber que era ela quem comandava a ação, demonstrou euforia, sorrindo e enrijecendo o corpo, evidenciando compreensão da relação de causa e efeito. Progressivamente, foi

percebendo a necessidade de organizar seus esforços musculares para alcançar o acionador e ajustando seus movimentos para realizar o comando. Reagiu positivamente ao compreender que a continuidade da atividade dependia exclusivamente dela, indicando avanço na comunicação intencional e na autonomia para iniciar e sustentar a tarefa.

Discussão

A implementação temporária da IADM em uma escola municipal teve como objetivo analisar os efeitos do seu uso em alunos com PC no ambiente escolar, especificamente na sala de recursos multifuncionais. Para a discussão, os resultados foram categorizados em três temas: fragmentos de autonomia: o clicar e o escolher; viabilizando caminhos: a tecnologia como mediadora no processo de inclusão escolar e desafios da portabilidade e da estabilidade: a realidade dos dispositivos móveis e dos recursos tradicionais na inclusão escolar.

Fragmentos de autonomia: o clicar e o escolher

É possível compreender as conquistas observadas durante a implementação da IADM, tais quais o bom uso do acionador proposto, a capacidade de realização de escolhas simples e a fixação do olhar como fragmentos de autonomia em construção. Ainda que esses elementos se apresentem como sutis, eles assumem um papel relevante na construção da pessoa com deficiência, especialmente porque a capacidade de escolha e de expressão representa um exercício concreto de comunicação e de afirmação da própria identidade. Na literatura existem diversas pesquisas que reforçam o Direito à comunicação e, ao mesmo tempo, a considera um elemento essencial da identidade e da participação social das pessoas com deficiência (Wofford, 2022).

É no período da infância que se desenvolve as habilidades cognitivas de um indivíduo, e dentre essas é possível citar a memória, atenção, criatividade e o planejamento. As dificuldades no desenvolvimento de quaisquer dessas habilidades são prejudiciais e impactam a vida das pessoas em diferentes áreas, e é comum que essas habilidades estejam afetadas na vida de crianças com PC.

A atenção é uma habilidade diretamente ligada a uma função executiva denominada controle inibitório. Este, está ligado ao monitoramento de reações externas àquilo que o indivíduo está executando, de forma a evitar distrações (Miyake *et al.*, 2000).

Os ganhos observados durante as sessões de utilização da interface, ainda que aparentemente simples, revelam avanços significativos no acompanhamento escolar dos participantes. O maior envolvimento emocional com as atividades, a ampliação da capacidade de realizar escolhas, o melhor controle da espasticidade e a evolução no aspecto comunicacional refletem não apenas a eficácia da Tecnologia Assistiva em promover engajamento e autonomia, mas também o potencial da interface em favorecer processos de inclusão e qualidade de vida.

O uso de dispositivos móveis é uma realidade mundial cuja aplicabilidade está ligada aos processos comunicacionais e de interação, entre outras. No caso das pessoas com deficiência que possuem essa limitação na comunicação este recurso é fundamental

(Isaksson, Björquist, 2021). A comunicação é um aspecto da vida humana exaltada pela Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) como fundamental, ou seja, pré-condição, para plena atividade e participação do indivíduo (World Health Organization, 2001).

Um estudo realizado na Suécia buscou investigar os efeitos do uso de dispositivos de controle ocular na vida cotidiana de dezessete crianças e jovens com necessidades complexas. O acompanhamento foi realizado em três momentos: antes da introdução do dispositivo, seis meses durante o uso e seis meses após o uso. As observações focaram em três dimensões principais: comunicação, independência e participação. Os resultados indicaram que, no aspecto da comunicação, todos os participantes apresentaram melhora significativa nos seis primeiros meses de intervenção (Borgestig *et al.*, 2021).

No estudo de Rocha e Deliberato (2012), cujo objetivo foi identificar recursos, serviços e estratégias de TA para crianças com PC em meio escolar, foi possível observar aspectos que transcendem a questão técnica dos dispositivos. Em especial, destaca-se a relevância da comunicação como meio de participação, intencionalidade e identidade pessoal. Nos casos descritos, ainda que a fala dos participantes estivesse comprometida, eles expressaram seus desejos e necessidades por meio de olhar, gestos, ou recursos de CAA, reforçando o aspecto de interação e de afirmação inerente à capacidade de comunicação. Dessa forma, é possível afirmar que a garantia de promoção da comunicação, via tecnológica ou não, é direito fundamental da pessoa com deficiência e constitui elemento imprescindível à construção de sua identidade e participação social.

No estudo de Barone, Ferraz, Amorim (2024) que buscou, por meio de uma revisão sistemática da literatura, analisar as produções científicas brasileiras sobre o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC para estudantes com PC, na qual foram selecionados 16 trabalhos, identificou que, dentre as principais contribuições na promoção da comunicação de estudantes com PC, a presença de ferramentas de TDIC, tais quais: sintetizadores de voz, teclados adaptados e aplicativos de acessibilidade foram compreendidos como instrumentos essenciais de expressão, interação social e afirmação de identidade.

A garantia de participação escolar, o acesso pleno à meios comunicacionais e à interação social para estudantes com PC ultrapassam os benefícios próprios do aprendizado acadêmico, contribuindo diretamente em aspectos de autoestima, e de pertença dessas pessoas. No estudo de Netto (2019), que objetivou analisar a funcionalidade, a participação escolar, o grau de independência nas atividades escolares e a qualidade de vida (QV) de escolares com PC, a partir da percepção das mães e dos professores, constatou-se que alunos com PC da rede pública, cuja independência funcional era significativa nas atividades escolares, apresentaram por mães e professores melhores scores em qualidade de vida, evidenciando portanto uma relação direta entre participação e autoimagem positiva.

Em relação aos ganhos relacionados aos aspectos de atenção e comunicação intencional nos casos descritos nessa pesquisa, observa-se consonância na literatura com estudos na área de (CAA) e uso de TA em ambientes escolares. As pesquisas apontam que dispositivos com recursos de voz, CAA apoiadas por telas e outros sistemas similares,

possibilitam aumento na comunicação e participação possibilitando trocas comunicacionais (Light, McNaughton, 2012). Além disso, estudos destacam que a efetividade desses recursos depende não apenas da tecnologia empregada, mas também da atuação dos parceiros de comunicação, especialmente dos professores, bem como da incorporação das ferramentas às atividades curriculares e às rotinas escolares, favorecendo a generalização das habilidades comunicativas e a participação ativa dos estudantes (Borges, Lourenço, 2023). Assim, os resultados de atenção/engajamento de João e Sofia não podem ser vistos apenas como efeito do hardware, mas como fruto da combinação entre tecnologia, mediação pedagógica e objetivos.

Dessa forma, as evidências sugerem que a implementação de interfaces ou recursos de TA que ampliam a participação ativa e comunicacional podem estimular a autonomia, pertencimento e autoestima nas crianças e jovens com PC, favorecendo os processos de inclusão social e escolar.

Viabilizando caminhos: a tecnologia como mediadora no processo de inclusão escolar

A utilização de recursos de TA no contexto educacional ultrapassa meramente uma aplicação tecnológica pontual e deve ser assimilada como parte da estratégia curricular que permite acesso ao conteúdo, às atividades e às avaliações. Ao ser planejada como parte do desenho instrucional, na adaptação de tarefas, recursos e objetivos, ela é capaz de garantir meios de aprendizagem significativos com estímulos à participação ativa do aluno (Fernández-Batanero *et al.*, 2022; Park *et al.*, 2022). No presente estudo, os ganhos observados em atenção, engajamento e comunicação intencional em João e Sofia refletem o papel da interface na garantia da realização de tarefas tais quais os colegas (visualização de vídeos, realização de escolhas).

Os achados deste estudo apontam ainda que, em relação às melhoras nos aspectos relacionados à atenção, comunicação, intenção e autonomia dos participantes, é válido afirmar que existem benefícios advindos da incorporação de tecnologias somado à um espaço ativo de favorecimento à inclusão como as SRM's. Santos, Miranda e Rocha (2022) estudaram a utilização de TA no processo de inclusão de um aluno com PC na educação infantil em Minas Gerais. A implementação envolvia recurso de CAA e resultou em maior participação desse aluno em atividades comuns da educação infantil, com as devidas implicações nas adaptações de tarefas e na formação docente.

Durante a experimentação da TA, que foi realizada por uma professora de sala de recursos multifuncionais, notou-se a importância da experiência ser guiada por profissionais especializados tendo em vista a especificidade dos casos e os ajustes necessários (tipo e posicionamento do acionador, reforços e pausas para fadiga, etc). A literatura reforça que na implementação de recursos de TA é fundamental a presença de profissionais com formação específica, o uso de estratégias de adaptação curricular e suporte técnico contínuo para que seja garantida a eficácia da tecnologia em sala de aula (Seeger; Santos; Marquezan, 2020; United Nations Children's Fund, 2023).

A escola, especificamente a SRM, revela-se como um importante espaço de experimentação, avaliação e implementação de práticas de inclusão por meio da TA.

Pesquisas brasileiras reforçam que experiências locais - a exemplo de projetos-piloto, ações de AEE, e parcerias institucionais, tais quais ocorreu para essa pesquisa, permitem a realização de testes com dispositivos desenvolvidos, além da validação de protocolos de uso, rotinas de intervenção e estratégias de aprendizagem, ou seja, a escola torna-se um laboratório social fundamental para transformar inovações tecnológicas em práticas educativas efetivas (Barone; Ferraz; Amorim, 2024).

Entende-se que a implementação da IADM na SRM funcionou como uma ponte entre as barreiras motoras e o acesso à aprendizagem. A transformação de um gesto possível àqueles participantes (toque no acionador) em comando para o dispositivo possibilitou a interação necessária aos conteúdos propostos, com autonomia e similaridade à seus pares, eliminando a necessidade de motricidade fina exigida em telas táteis.

Essa estruturação da Interface como “ponte” é corroborada com revisões que destacam o papel de recursos digitais adequadamente integrados ao planejamento pedagógico na construção da autonomia, participação e engajamento de alunos com deficiência (Fernández-Batanero *et al.*, 2022).

Legalmente a inclusão escolar mediada por TA requer articulação entre escola, sistema de ensino e políticas públicas. De acordo com Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), a TA visa promover autonomia, independência e participação social, e a escola deve possuir o recurso tecnológico e as condições pedagógicas e de formação para o pleno funcionamento da implementação tecnológica (Brasil, 2015). Contudo, a literatura aponta lacunas na oferta, formação e infraestrutura necessária em torno da TA, de modo que estes recursos não sejam unicamente experimentos e tornem-se parte diária do convívio dos alunos que necessitem desse apoio tecnológico (Domingues; Laplane, 2024).

Desafios da portabilidade e da estabilidade: a realidade dos dispositivos móveis e dos recursos tradicionais na inclusão escolar

Embora não tenham sido evidenciadas questões específicas sobre a especificidade de uso do dispositivo móvel nas sessões realizadas, entende-se que a discussão da importância deste tipo de meio computacional é relevante dado que muito pouco tem sido explorado na literatura. Na área da TA relacionada ao acesso a meios digitais existem diferenças significativas entre os dispositivos móveis (*smatphones* ou *tablets*) e os recursos fixos (computadores de mesa ou mouses oculares). Em relação aos dispositivos móveis as vantagens principais referem-se à possibilidade tátil, à facilidade de acoplamento de aplicativos de CAA, além da flexibilidade na personalização do uso e do reduzido custo de implantação no universo escolar.

Em um estudo para explorar o comportamento dos profissionais em relação ao uso de recursos de comunicação por meio de barreiras encontradas durante esse processo, foram evidenciados os resultados positivos relacionados a melhores comportamentos verbais dos indivíduos, contudo houve dificuldades na operacionalização destes recursos evidenciando a necessidade de treinamento e desafios na integração curricular (Alzrayer, 2024; Isaksson, Björquist, 2021).

A escolha por soluções móveis é presente na vida da maioria das pessoas na atualidade e reflete a necessidade de ter suas barreiras transpostas pelas pessoas com deficiência. No presente estudo, a profissional aplicadora da pesquisa (professora da SMR) avaliou a existência de carências técnicas na interface relacionadas à presença de fios que poderiam dificultar o correto posicionamento do dispositivo em relação ao uso da pessoa, a latência das ações do aplicativo, a necessidade de fixação do acionador e possibilidade de fadiga muscular. Estes achados indicam que existem ainda possibilidades de melhorias: migração para conectividade wireless, integração multimodal (combinar outros sensores diferenciados), personalização de sensibilidade e layouts adaptativos, além da necessidade de suporte técnico permanente para espaços tais quais a escola.

É possível verificar na literatura a busca pela compreensão das barreiras no uso dos dispositivos móveis por pessoas com deficiência. No estudo de Toh, Gonzalez e Fong (2023), cujo objetivo foi avaliar a usabilidade de um dispositivo vestível direcionado à práticas de telereabilitação domiciliar de pessoas após Acidente Vascular Encefálico (AVC), os autores descreveram que, além dos aspectos positivos, houve dificuldades técnicas e operacionais, tais quais a necessidade de suporte contínuo para configuração e medições. Diante desses achados, é possível elucidar que a busca por uma interface intuitiva é um aspecto importante a ser idealizado durante os desenvolvimentos tecnológicos a fim de que estas tecnologias sejam capazes de serem utilizadas em ambientes escolares ou clínicas.

A portabilidade dos dispositivos pode significar ganhos ou perdas importantes na usabilidade da tecnologia. Jordan *et al.*, (2023), estudaram duas tecnologias móveis para monitoramento de pressão arterial em pessoas que utilizavam cadeira de rodas e identificou defeitos na conexão *bluetooth* e atrasos na transmissão de dados.

Em relação a dispositivos vestíveis, o estudo de Padmanabha *et al.* (2023) investigou a experiência de uso de uma interface vestível para controle de manipuladores móveis por pessoas com tetraplegia, cujo foco foram soluções sem fios e uso de sensores inerciais de baixa latência. Os resultados evidenciaram precisão de controle e adaptação funcional adequada aos participantes no contexto domiciliar. Contudo em relação às barreiras tecnológicas e de usabilidade a fixação e o alinhamento do sensor demonstraram sensibilidade devido à necessidade de um posicionamento extremamente delicado para a estabilidade dos comandos. Ou seja, no ambiente escolar, é necessário também considerar aspectos de mobilidade e ergonomia do acionador que devem estar rigorosamente alinhados à funcionalidade do estudante. As tecnologias sem fio e adaptáveis são caminhos promissores para eliminar ou minimizar barreiras físicas.

Resumidamente, existe um grande potencial das “pequenas telas”. Contudo exige-se melhorias técnicas, design centrado no usuário e construção de políticas que possibilitem formação, infraestrutura e suporte técnico contínuo.

Considerações Finais

Com o objetivo de analisar o uso da interface de acessibilidade para dispositivos móveis por pessoas com PC, os resultados deste estudo apontaram que a devida adaptação de recursos tecnológicos é um importante fator auxiliador no ganho de autonomia, atenção, engajamento e comunicação intencional. Notou-se que a possibilidade

de realização de ações presumivelmente simples, como o toque no acionador, é fator preponderante na tomada de decisão e capacidade de expressão desses estudantes, o que favorece a participação e inclusão no contexto escolar.

Foi possível inferir neste estudo também o importante papel dos profissionais qualificados para o sucesso do processo de implementação de um recurso de TA. A participação da professora, a customização individualizada do aplicativo para uso por pessoas diferentes e a proposta adequada das atividades foram fatores que colaboraram com a experiência do uso da tecnologia pelos alunos com deficiência de maneira efetiva e plena. Este achado sugere que a TA não é capaz de gerar resultados sozinha, sendo fundamental a incorporação de estratégias pedagógicas e monitoramento especializado.

O estudo sugere ainda que o uso dos dispositivos móveis comparativamente aos fixos apresentam vantagens relacionadas à portabilidade, customização e flexibilidade de uso, implicando em maior chance de superação das barreiras e favorecimento de condições de igualdade entre os alunos.

Finalmente, é possível afirmar que o uso de uma TA tal qual a Interface demonstrada nessa pesquisa pode significar uma ponte entre as barreiras enfrentadas pelas pessoas com PC e a participação efetiva no processo de aprendizagem. O processo de implementação desses recursos, devidamente realizado, e somado às estratégias pedagógicas direcionadas, é um elemento capaz de contribuir com o processo de inclusão escolar de alunos com PC.

Referências

ALZRAYER, Nouf Mohammed. Special education teachers' perspectives toward tablet-based augmentative alternative communication (AAC) devices. **International Education Studies**, v. 17, n. 4, p. 51- 62, 2024. DOI: 10.5539/ies.v17n4p51.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2010.

BARONE, Beatriz Vieira; FERRAZ, Mariana; AMORIM, Marília Carollyne Soares. Inclusão por meio das TDIC para estudantes com paralisia cerebral: possibilidades e desafios. **Anais CIET: Horizonte**, São Carlos, v. 7, n. 1, 2024. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/2624>. Acesso em: 27 nov. 2025.

BORGES, Bruna Cristina; LOURENÇO, Gerusa Ferreira. Capacitação de parceiros de comunicação de alunos com necessidades complexas de comunicação no contexto escolar: uma revisão da literatura. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 36, e68753, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/68753>. Acesso em: 19 jul. 2026.

BORGESTIG, Maria; AL KHATIB, Isphana; MASAYKO, Sandra; HEMMINGSSON, Helena. The impact of eye-gaze controlled computer on communication and functional independence in children and young people with complex needs: a multicenter intervention study. **Developmental Neurorehabilitation**, v. 24, n. 8, p. 511–524, 2021. DOI: 10.1080/17518423.2021.1903603.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 152, n. 127, p. 2-11, 7 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 23 jul. 2026.

DOMINGUES, Celma dos Anjos; LAPLANE, Adriana Lia Friszman. Assistive technology in public policies: trends in the international debate and implications for Brazil. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 19, n. 8, p. 2761–2773, 2024. DOI: 10.1080/17483107.2024.2316896.

FERNÁNDEZ-BATANERO, José María; MONTENEGRO-RUEDA, Marta; FERNÁNDEZ-CERERO, José; GARCÍA-MARTÍNEZ, Inmaculada. Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: a systematic review. **Educational Technology Research and Development**, v. 70, n. 5, p. 1911–1930, 2022. DOI: 10.1007/s11423-022-10127-7.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ISAKSSON, Charlotta; BJÖRQUIST, Elisabet. Enhanced participation or just another activity? The social shaping of iPad use for youths with intellectual disabilities. **Journal of Intellectual Disabilities**, v. 25, n. 4, p. 619-635, 2021. DOI: 10.1177/1744629520911311.

JORDAN, Kathleen; VOS-DRAPER, Tamara; MORROW, Melissa; SONENBLUM, Sharon. The usability of two mobile health assistive technologies for wheelchair-related in-seat movement and pressure. **Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering**, v. 9, p. 1-13, 2023. DOI: 10.1177/20556683231211808.

LIGHT, Janice; MCNAUGHTON, David. Supporting the communication, language, and literacy development of children with complex communication needs: state of the science and future research priorities. **Assistive Technology**, v. 24, n. 1, p. 34-44, 2012. DOI: 10.1080/10400435.2011.648717.

MIYAKE, A.; FRIEDMAN, N. P.; EMERSON, M. J.; WITZKI, A. H.; HOWERTER, A.; WAGER, T. D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, v. 41, n. 1, p. 49-100, 2000. DOI: 10.1006/cogp.1999.0734.

NETTO, Afonso Rodrigues Tavares. **Funcionalidade, participação escolar e qualidade de vida de escolares com paralisia cerebral da rede pública municipal do Recife**. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde da Criança e do Adolescente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://www.attena.ufpe.br/handle/123456789/34573?mode=full>. Acesso em: 27 nov. 2025.

OSTENSJØ, Sigrid; CARLBERG, Eva Brogen; VØLLESTAD, Nina Kjøpke. Everyday functioning in young children with cerebral palsy: functional skills, caregiver assistance, and modifications of the environment. **Developmental Medicine and Child Neurology**, Oslo, v. 45, n. 9, p. 603–612, 2003. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2003.tb00964.x.

PARK, Jiyeon; BAGWELL, Ashley F.; BRYANT, Diane P.; BRYANT, Brian R. Integrating assistive technology into a teacher preparation program. **Teacher Education and Special Education: The Journal of the Teacher Education Division of the Council for Exceptional Children**, v. 45, n. 2, p. 141–159, 2022. DOI: 10.1177/08884064211001447.

PADMANABHA, Akhil; WANG, Qin; HAN, Daphne; DIYORA, Jashkumar; KACKER, Kriti; KHALID, Hamza; CHEN, Liang-Jung; MAJIDI, Carmel; ERICKSON, Zackory. HAT: Head-Worn Assistive Teleoperation of Mobile Manipulators. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA), 2023, London. Proceedings [...] Piscataway: IEEE, 2023. p. 12542-12548. DOI: 10.1109/ICRA48891.2023.10160431.

PAUL, Sudip; NAHAR, Anjuman; BHAGAWATI, Mrinalini; KUNWAR, Ajaya Jang. A review on recent advances of cerebral palsy. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2022, art. 2622310, 2022. DOI: 10.1155/2022/2622310.

ROCHA, Aila Narene Dahwache Criado; DELIBERATO, Débora. Tecnologia assistiva para a criança com paralisia cerebral na escola: identificação das necessidades. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 18, p. 71-92, 2012. DOI: 10.1590/S1413-65382012000100006.

ROSENBAUM, Peter; PANETH, Nigel; LEVITON, Alan; GOLDSTEIN, Murray; BAX, Martin; DAMIANO, Diane; DAN, Bernard; JACOBSSON, Bo. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Developmental Medicine & Child Neurology**, Supplement, v. 49, supl. 109, p. 8–14, 2007. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x.

SEEGER, Mariza Gorette; SANTOS, Eliane Aparecida Galvão dos; MARQUEZAN, Fernanda Figueira. Formação de professores para o uso de tecnologia assistiva no ambiente computacional. **Redin – Revista Educacional Interdisciplinar**, Taquara, v. 9, n. 1, p. 188–206, 2020. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1333>. Acesso em: 23 jul. 2026.

SANTOS, Marina Antunes dos; MIRANDA, Valdirene de; ROCHA, Rícael Spirandeli. Tecnologia assistiva no processo de ensino e aprendizagem: comunicação alternativa na educação infantil para crianças com paralisia cerebral. **Revista Interinstitucional Artes de Educar**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 813–825, 2022. DOI: 10.12957/riae.2022.69142. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/riae/article/view/69142>. Acesso em: 23 jul. 2026.

TOH, Sharon Fong Mei; GONZALEZ, Pablo Cruz; FONG, Kenneth N. K. Usability of a wearable device for home-based upper limb telerehabilitation in persons with stroke: a mixed-methods study. **Digital Health**, v. 9, p. 1-15, 2023. DOI: 10.1177/20552076231153737.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). The use of assistive technology in education: a guide for teachers and schools. New York: UNICEF, 2023. Disponível em: <https://www.unicef.org/eca/media/30671/file/Teacher%27s%20guide%20for%20building%20capacity%20for%20assistive%20technology.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). International classification of functioning, disability and health (ICF). Geneva: WHO, 2001. Disponível em:

<https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>. Acesso em: 29 set. 2025.

WOFFORD, Mary Claire; OGLETREE, Billy T.; DE NARDO, Thales. Identity-focused practice in augmentative and alternative communication services: a framework to support the intersecting identities of individuals with severe disabilities. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 31, n. 5, p. 1933–1948, 2022. DOI: 10.1044/2022_AJSLP-21-00397.

ZANETTI, Andressa Ipolito Fonseca. **Tecnologia assistiva para acesso digital domiciliar de pessoas com encefalopatia crônica não progressiva: identificação de barreiras e facilitadores**. 2024. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2024. Disponível em: <https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1393244>. Acesso em: 27 nov. 2025.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BYNC 4.0)

Notas

¹ www.youtube.com

² <https://grid.asterics.eu/>