

Desenvolvimento do aplicativo F-Libras: Tecnologia assistiva para estudantes surdos no ensino de Física

Development of the F-Libras App: Assistive Technology for Deaf Students in Physics Education

Desarrollo de la aplicación F-Libras: Tecnología asistiva para estudiantes sordos en la enseñanza de Física

Marciele Keyla Heidmann 

Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres – MT, Brasil.

marciele.keyla@unemat.br

Gabriel Schardong Ferrão 

Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum– MT, Brasil.

gabrielferrao@unemat.br

Sumaya Ferreira Guedes 

Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum– MT, Brasil.

sumayaquedes@unemat.br

Recebido em 02 de junho de 2025

Aprovado em 22 de janeiro de 2026

Publicado em 03 de fevereiro de 2026

RESUMO

Um dos principais obstáculos no ensino de Física para estudantes surdos é a escassez de materiais educacionais em Língua Brasileira de Sinais (Libras) que abordem conceitos físicos de forma autônoma. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo para Android, denominado F-Libras, como instrumento mediador que automatize a interpretação de sinais por meio de um avatar com características humanoides. O processo de desenvolvimento envolveu a criação do nome do aplicativo e do avatar, a modelagem tridimensional do personagem, bem como a construção de um banco de dados com termos de Física em Libras, com base em livros didáticos e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para isso, utilizaram-se a *IDE Android Studio* com a linguagem *Kotlin* e o *software Blender* para a criação das animações. O aplicativo apresenta uma *interface* dinâmica, composta por três telas: a de abertura, a de listagem de termos físicos e a de definição dos termos, acompanhadas da sinalização realizada pelo avatar. Dessa forma, o recurso educacional digital contribui para a promoção da equidade no ensino de Física, ao apoiar práticas pedagógicas alinhadas à Educação Bilíngue de Surdos, superando barreiras comunicacionais e

favorecendo uma aprendizagem mais significativa e autônoma para estudantes surdos. A pesquisa sugere a necessidade de estudos futuros para investigar o impacto do aplicativo em longo prazo e sua aplicabilidade em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: Dispositivos móveis; Ensino de Física; Tecnologia assistiva.

ABSTRACT

One of the main challenges in teaching Physics to deaf students is the scarcity of educational materials in Brazilian Sign Language (Libras) that address physical concepts independently. This study aimed to develop an Android application, called F-Libras, as a mediating tool that automates sign interpretation through a humanoid avatar. The development process involved creating the app and avatar names, modeling a 3D character, and building a database of Physics terms in Libras, based on textbooks and the Brazilian Common National Curriculum (BNCC). The *Android Studio IDE* and the *Kotlin* programming language were used for development, along with *Blender software* for animations. The application features a dynamic interface consisting of three screens: the opening screen, the list of physical terms, and the definitions screen, all accompanied by the avatar's sign language interpretation. Thus, the tool contributes to promoting equity in Physics education by supporting pedagogical practices aligned with Bilingual Education for the Deaf, overcoming communication barriers and fostering more meaningful and autonomous learning for deaf students. The study highlights the need for future research to investigate the long-term impact of the application and its applicability in various educational contexts.

Keywords: Mobile devices; Physics teaching; Assistive technology.

RESUMEN

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de la Física a estudiantes sordos es la escasez de materiales educativos en Lengua de Señas Brasileña (Libras) que aborden conceptos físicos de forma autónoma. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar una aplicación para Android, denominada F-Libras, como herramienta mediadora que automatiza la interpretación de señas mediante un avatar humanoide. El proceso de desarrollo incluyó la creación de los nombres de la aplicación y del avatar, el modelado de un personaje 3D y la construcción de una base de datos con términos de Física en Libras, basados en libros de texto y en la Base Nacional Común Curricular (BNCC) de Brasil. Se utilizó el entorno *Android Studio* con el lenguaje de programación *Kotlin* y el *software Blender* para las animaciones. La aplicación presenta una interfaz dinámica compuesta por tres pantallas: la de apertura, la lista de términos físicos y la de definiciones, todas acompañadas por la interpretación en lengua de señas realizada por el avatar. De este modo, el recurso educativo digital contribuye a la promoción de la equidad en la enseñanza de la Física, al apoyar prácticas pedagógicas alineadas con la Educación Bilingüe de Personas Sordas, superando barreras comunicacionales y favoreciendo un aprendizaje más significativo y autónomo para los estudiantes sordos. El estudio sugiere la necesidad de futuras

investigaciones que analicen el impacto a largo plazo de la aplicación y su aplicabilidad en distintos contextos educativos.

Palabras clave: Dispositivos móviles; Enseñanza de la Física; Tecnología asistiva.

Introdução

A evolução tecnológica tem se expandido rapidamente, integrando-se profundamente ao cotidiano das pessoas e possibilitando a criação e o acesso a ferramentas nos mais diversos campos do conhecimento e setores da sociedade. Esse avanço foi especialmente impulsionado pelo cenário de crise sanitária global causado pela pandemia de Covid-19, acelerando transformações nos âmbitos pessoal, social, profissional e, sobretudo, educacional (UNESCO, 2021).

Nesse contexto, conforme destaca Kenski (2012), as transformações no campo educacional estão fortemente relacionadas à incorporação das tecnologias digitais, as quais têm reconfigurado as práticas pedagógicas, os modos de ensinar e aprender e as formas de acesso ao conhecimento. Os dispositivos móveis, como smartphones e tablets, assumem papel central nesse processo, ao ampliar as possibilidades de interação, mobilidade e continuidade das atividades educacionais, especialmente em contextos de ensino remoto e híbrido, intensificados durante o período pandêmico.

No âmbito da educação inclusiva, estudos recentes evidenciam que as tecnologias digitais e assistivas desempenham papel fundamental na promoção da acessibilidade e da participação de estudantes surdos no contexto educacional, ao ampliarem as possibilidades de comunicação, mediação pedagógica e acesso ao conhecimento (Santos et al., 2025). Contudo, a literatura aponta a escassez de pesquisas voltadas especificamente ao ensino de conceitos científicos, sobretudo na área de Física, mediado pela Língua Brasileira de Sinais (Libras), o que revela lacunas importantes nesse campo de investigação (Santos; Miranda Júnior, 2025).

Uma das estratégias mais adotadas para a disseminação do conhecimento tem sido o uso de aplicativos gratuitos em plataformas digitais, os quais oferecem conteúdos voltados a diferentes áreas do ensino. De acordo com Nichele e Schlemmer (2014), “a disseminação desse tipo de dispositivo tem impulsionado o desenvolvimento de novos aplicativos (Apps) com potencial para incrementar o aprendizado dentro e fora da sala de aula” (p. 45). Moura e Carvalho (2011) acrescentam que os dispositivos tecnológicos favorecem a aprendizagem ao possibilitar o acesso aos conteúdos educacionais em qualquer tempo e lugar, desde que haja conexão com a internet.

Apesar desses avanços, a efetivação da Educação Bilíngue de Surdos no ensino de Física ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no que se refere à escassez de materiais didáticos acessíveis em Libras. Essa limitação compromete a autonomia e a qualidade da aprendizagem dos estudantes surdos, evidenciando a necessidade de soluções pedagógicas e tecnológicas que articulem acessibilidade, inclusão e especificidades linguísticas.

Nesse sentido, o desenvolvimento de Tecnologias Digitais (TD) e inclusivas emergem como estratégia para superar barreiras comunicacionais e pedagógicas. Como destacam Nichele e Schlemmer (2017), a utilização das tecnologias digitais inclusivas tem se mostrado fundamental para transformar práticas educativas e ampliar o acesso ao conhecimento, especialmente para públicos historicamente marginalizados.

Considerando esse contexto, este estudo apresenta o desenvolvimento do aplicativo F-Libras, uma solução inovadora que utiliza tecnologias móveis para a promoção da acessibilidade no ensino de Física. Desenvolvido para a plataforma Android, o F-Libras oferece um glossário de termos físicos com animações em Libras, realizadas por meio de um avatar com características humanoides. A seleção dos termos foi baseada em livros didáticos e nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), buscando alinhar o conteúdo às exigências da educação básica.

Por meio de uma *interface* intuitiva, o aplicativo possibilita que estudantes surdos aprendam conceitos de Física de forma autônoma, engajadora e significativa, contribuindo para a equidade no ambiente escolar. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar a criação e o desenvolvimento do aplicativo F-Libras, como instrumento mediador para a interpretação de sinais em Libras, promovendo a inclusão educacional por meio de práticas pedagógicas inovadoras e acessíveis.

Tecnologias Digitais Inclusivas e Assistivas na Educação

A evolução das TD tem promovido transformações significativas no campo educacional, especialmente no que se refere à ampliação da acessibilidade e à inclusão de estudantes surdos e de outros públicos da educação inclusiva. As tecnologias digitais inclusivas e assistivas desempenham papel central na promoção da equidade educacional, ao disponibilizarem recursos capazes de atender às necessidades específicas desses estudantes. No caso específico dos estudantes surdos, tais tecnologias assumem especial relevância, pois possibilitam o acesso ao conhecimento por meio da Libras, respeitando sua condição linguística e cultural. A implementação de softwares adaptativos, leitores de tela, sistemas de transcrição automática e outros recursos tecnológicos contribui para a superação de barreiras comunicacionais, especialmente aquelas relacionadas às deficiências auditiva e visual, além de favorecer processos de aprendizagem mais personalizados (Zhang et al., 2022).

De acordo com Nóvoa (2009), a transformação do papel do educador é central para a integração de tecnologias assistivas. O professor não é mais apenas um transmissor de conhecimento, mas sim um mediador que utiliza tecnologias para adaptar os conteúdos à diversidade de necessidades dos estudantes. A UNESCO (2021) também enfatiza a importância da tecnologia na promoção de educação acessível e inclusiva, ao afirmar que a implementação de tecnologias assistivas contribui para a superação de desigualdades educacionais e amplia o acesso a uma educação de qualidade para todos, independentemente de suas condições físicas, cognitivas ou sociais.

Ademais, Ally (2019) ressalta que o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) deve ocupar um papel central nas estratégias educacionais contemporâneas, ao possibilitar a flexibilização e a personalização do processo de ensino-aprendizagem. Esse modelo considera a diversidade dos estudantes, suas especificidades e diferentes formas de acesso ao conhecimento. No contexto da Educação Bilíngue de Surdos, o DUA, aliado ao uso de TD inclusivas, contribui para a promoção da autonomia e da participação ativa dos estudantes surdos, ao valorizar múltiplas formas de representação, expressão e engajamento no processo educativo.

Educação Inclusiva e Educação Bilíngue de Surdos: Dispositivos Móveis e Aplicativos Educacionais

A educação inclusiva no Brasil, assim como a Educação Bilíngue de Surdos, é regulamentada por legislações como a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelecem diretrizes para garantir o acesso de todos os estudantes a uma educação de qualidade, respeitando suas especificidades. Nesse contexto, os dispositivos móveis, como smartphones e tablets, têm desempenhado um papel relevante na democratização do ensino, por serem acessíveis e amplamente difundidos, possibilitando que o processo educativo alcance diferentes realidades sociais e econômicas (Moura; Carvalho, 2011).

A partir de 2021, a educação de surdos no Brasil passou a ser reconhecida oficialmente como uma modalidade educacional específica, denominada Educação Bilíngue de Surdos, conforme estabelecido pela Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Essa modalidade assegura a Libras como primeira língua (L1) e a Língua Portuguesa, na modalidade escrita, como segunda língua (L2), respeitando a identidade linguística e cultural da comunidade surda. Tal reconhecimento representa um avanço significativo nas políticas educacionais, ao deslocar a educação de surdos de uma perspectiva exclusivamente inclusiva para um modelo que valoriza o bilinguismo, a visualidade e as especificidades pedagógicas desses estudantes, impactando diretamente o desenvolvimento de materiais didáticos, recursos tecnológicos e práticas pedagógicas voltadas a esse público.

Além disso, ao alterar a LDB, a Lei nº 14.191/2021 institui juridicamente a Educação Bilíngue de Surdos como modalidade educacional específica e, em seu art. 60-A, § 3º, estabelece que sua implementação deve ocorrer sem prejuízo das garantias previstas no Estatuto da Pessoa com Deficiência, “que incluem, para os surdos oralizados, o acesso a tecnologias assistivas” (Brasil, 2021). Esse dispositivo jurídico reforça a legitimidade de iniciativas que desenvolvem recursos tecnológicos voltados à acessibilidade linguística e pedagógica, como o aplicativo F-Libras, ao reconhecer a tecnologia assistiva como elemento constitutivo do direito à educação de estudantes surdos.

Nesse cenário, os dispositivos móveis possibilitam aos educadores e estudantes o acesso a aplicativos educacionais, que se configuram como recursos valiosos para o processo de ensino-aprendizagem no contexto da Educação Bilíngue de Surdos. Aplicativos como leitores de tela, tradutores de Libras e plataformas de aula virtual contribuem para a redução da exclusão digital e das barreiras linguísticas, ampliando as formas de acesso ao conteúdo educacional. Nichele e Schlemmer (2014, 2017) argumentam que esses aplicativos têm o potencial de favorecer a aprendizagem de estudantes surdos e de outros públicos da educação inclusiva, ao adaptar os conteúdos pedagógicos para diferentes estilos de aprendizagem, desde que integrados ao currículo escolar de maneira planejada e pedagógica.

Entretanto, como destacam Moura e Carvalho (2011), é necessário considerar as barreiras tecnológicas que ainda existem, tais como a falta de infraestrutura nas escolas, o acesso desigual a dispositivos móveis e a ausência de formação adequada para os professores no uso dessas tecnologias. Torna-se, portanto, fundamental que as políticas públicas enfrentem essas limitações, assegurando recursos e formação continuada e suporte institucional para a implementação efetiva de tecnologias educacionais inclusivas.

Ensino de Física para Surdos: Libras e Mediação do Conhecimento

O ensino de Física para surdos, no contexto da Educação Bilíngue de Surdos, apresenta desafios específicos, uma vez que essa disciplina, em sua natureza, envolve

conceitos abstratos e muitas vezes complexos, que podem ser de difícil compreensão sem uma mediação adequada. A Libras, enquanto língua primeira para a maioria dos surdos no Brasil, desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Strobel (2016) argumenta que a utilização de Libras no ensino de Ciências permite uma compreensão mais aprofundada dos conceitos, pois os sinais estão diretamente relacionados às experiências sensoriais e vivenciais dos estudantes surdos, favorecendo os processos de significação e abstração.

Para que a mediação do conhecimento científico ocorra de forma efetiva, torna-se essencial o uso de recursos visuais e TD, que ampliam as possibilidades de aprendizagem. Schlemmer et al. (2008) defendem que plataformas digitais, como avatares, simuladores e ambientes interativos, constituem recursos potentes no ensino de Física para surdos. Quando articulados ao uso da Libras, esses recursos favorecem abordagens pedagógicas mais acessíveis e interativas, permitindo a visualização de experimentos, fenômenos e processos físicos de maneira mais clara e significativa.

Além disso, é importante ressaltar a relevância da tecnologia assistiva nesse processo de mediação pedagógica. O uso de *softwares* educativos, como vídeos de Libras, plataformas de ensino adaptativo e materiais didáticos multimodais tem apresentado bons resultados na inclusão dos surdos no ensino de disciplinas científicas (Strobel, 2016). Esses recursos contribuem para a construção de ambientes de aprendizagem que atendem às necessidades linguísticas e cognitivas desse público, promovendo maior equidade no acesso ao conhecimento científico e fortalecendo a qualidade do ensino de Física.

Caminhos metodológicos

Esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo destinado ao ensino de Física para estudantes surdos, mediado pela Libras. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, caracterizada como um relato de pesquisa com desenvolvimento de produto tecnológico educacional, organizada em etapas que contemplam a identificação de lacunas no ensino de Física para estudantes surdos, o levantamento de recursos acadêmicos e tecnológicos existentes e o desenvolvimento do aplicativo proposto. O percurso metodológico fundamenta-se na promoção da equidade educacional e no uso de TD como recursos mediadores no processo de ensino-aprendizagem.

Levantamento de Recursos Acadêmicos e Tecnológicos

Para identificar os recursos didático-tecnológicos existentes em trabalhos publicados sobre o ensino de Física para surdos (em Libras), foi conduzido um levantamento de produções no Periódicos CAPES. Concomitantemente, realizou-se uma revisão de literatura no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e na plataforma *Google Acadêmico*, abrangendo o período de 2014 a 2019, para mapear os trabalhos acadêmicos e *softwares* que tratam da temática, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Número de publicações listadas no Periódico CAPES durante o período de 2014-2019 com o uso de assuntos apresentados.

Busca realizada por “assunto”	CAPES (resultados/revisados)
Ensino de Física	11.404/ 9.026

Tecnologias digitais para o ensino de Física	370/240
Objetos Digitais para o ensino de Física	240/128
Ensino de Física para surdos	94/69
Tecnologias Digitais no ensino de Física para surdos	6/0
Objetos Digitais de Aprendizagem em Libras no ensino de Física	5/1

Fonte: Dados coletados em 24/09/2020.

Os dados levantados revelaram uma escassez de produções acadêmicas e recursos digitais direcionados ao ensino de Física para estudantes surdos, o que evidencia a necessidade de investigação aprofundada e o desenvolvimento de ferramentas didáticas acessíveis. Embora existam trabalhos acadêmicos que abordam o ensino de Física ou TD para esse fim, a produção científica que intersecciona especificamente o ensino de Física e a Língua Brasileira de Sinais (Libras) é significativamente menos expressiva, mesmo após a regulamentação da profissão de Tradutor e Intérprete de Libras pela Lei nº 12.319/2010.

Essa lacuna é particularmente relevante considerando a complexidade inerente ao conteúdo de Física, que, somada à carência de professores com formação específica na área, frequentemente ministrado por profissionais de áreas afins como Ciências, Engenharia ou Matemática, pode dificultar a aprendizagem dos estudantes (Carvalho, 2012). Diante desse contexto, a criação de recursos visuais e traduzidos em Libras torna-se fundamental, e a próxima seção detalha o processo de criação de um avatar para essa finalidade.

Criação do Avatar e Interação com os Estuantes

A fim de assegurar a relevância e a aceitação do protótipo, o processo de desenvolvimento envolveu a interação direta com os estudantes surdos do Centro Municipal de Educação Especial – CMEE Professora Isoldi Sorck, em Tangará da Serra – MT. Nessa etapa, os estudantes foram convidados a participar ativamente da concepção do avatar, sendo solicitados a desenhar uma representação humanoide que interpretasse os conceitos de Física em Libras.

Adicionalmente, foi requerida a sugestão de nomes tanto para o avatar quanto para o aplicativo. O avatar, denominado *Liah*, foi desenvolvido com base nessas contribuições, buscando um *design* que fosse simultaneamente realista e atraente para o público-alvo. Essa abordagem metodológica, que priorizou a participação dos usuários finais, complementou a revisão inicial da literatura (apresentada na seção anterior), a qual identificou a escassez de trabalhos acadêmicos e *softwares* que abordassem a temática de Física e Libras. A Figura 1 ilustra o desenho produzido por um estudante do CMEE Professora Isoldi Sorck, que serviu de base para a criação do avatar.

Figura 1 - Características do avatar propostas pelo estudante surdo.



Fonte: Autores.

A criação de um avatar para a interpretação de Libras envolveu a consideração de aspectos teóricos sobre a representação do corpo em ambientes digitais e a importância da inclusão da comunidade surda no processo de *design*. Colen, Queiroz e Melo (2011) discutem como os avatares emergem como extensões de nossos corpos e mentes em mundos virtuais, o que reforça a necessidade de um *design* que ressoe com a experiência e identidade dos usuários.

Nesse sentido, Strobel (2016, p. 29) destaca que “a comunidade surda é diversa, incluindo não apenas indivíduos surdos, mas também ouvintes que compartilham a língua e a cultura, como familiares, intérpretes e educadores”. Portanto, a participação ativa da comunidade surda no desenvolvimento de tecnologias assistivas, como a deste estudo, é crucial para garantir sua relevância e eficácia.

As Tecnologias Digitais Virtuais (TDVs) oferecem a possibilidade de criar ambientes imersivos nos quais os usuários podem interagir por meio de avatares. Segundo Schlemmer, Trein e Oliveira (2008, p. 1), “essas tecnologias proporcionam uma sensação de 'tele-presença', na qual os indivíduos se sentem representados e presentes no ambiente virtual”. Essa capacidade de representação é particularmente relevante no contexto da Libras, uma vez que a visualização de um avatar sinalizando pode facilitar a compreensão e o aprendizado da língua.

Após a etapa de elicitação com os estudantes surdos, que forneceu as características para o desenho inicial, o avatar 3D (Figura 2) foi modelado utilizando o programa *MakeHuman* (versão 1.1.1). Dias (2018, p. 31) define o avatar como “um modelo geométrico tridimensional que representa uma figura humana, criado e animado por técnicas de computação gráfica”. A utilização de avatares na educação pode contribuir para a acessibilidade e inclusão, oferecendo uma representação visual da Libras e promovendo a interação entre surdos e ouvintes (Corrêa et al., 2014).

Figura 2 - Avatar com características propostas pelo desenho do estudante surdo.



Fonte: Autores.

O programa *MakeHuman*, empregado para o desenvolvimento do avatar, é um *software* de código aberto (AGPL3) que permite a geração de modelos humanoides tridimensionais. Stumpf (2010, p. 30) destaca uma das vantagens do uso de avatares em relação aos vídeos tradicionais: “a economia de espaço computacional e a capacidade de transcrição automática de textos para línguas de sinais”. O *MakeHuman* oferece uma interface gráfica intuitiva e ferramentas acessíveis, facilitando a criação e a personalização de modelos humanoides 3D com qualidade visual.

A qualidade de um *software* educativo, como apontam Boff e Reategui (2005, p. 1), é determinada por fatores como “o grau de interatividade com o usuário, o alcance dos objetivos educacionais, a adequação ao público-alvo e a consideração das características do ambiente de aprendizagem”. Nesse sentido, a escolha do *MakeHuman* e a atenção ao *design* do avatar visam atender a esses critérios de qualidade.

Scheffer, Bez e Passerino (2014) argumentam que as tecnologias e mídias digitais têm o potencial de promover a inclusão e democratizar o acesso ao conhecimento para estudantes com necessidades educacionais especiais. A opção por um avatar com características realistas busca facilitar a compreensão dos estudantes e minimizar dificuldades de aprendizado.

A interpretação dos termos em Libras no aplicativo foi realizada por um avatar humanoide com aparência neutra, evitando características que pudessem desviar a atenção dos sinais. Essa escolha está alinhada com as recomendações da Norma Brasileira NBR 15290 (ABNT, 2005), que estabelece diretrizes para a exibição de Tradutores e Intérpretes de Língua de Sinais (TILS), que enfatiza a importância do contraste entre as vestimentas, a pele e o cabelo do intérprete e o fundo, além de desaconselhar o uso de cores próximas ao tom da pele.

Em conformidade com essas diretrizes, optou-se por um fundo cinza escuro e roupas casuais com bom contraste com a pele do avatar. A escolha de calça jeans e camiseta azul para o avatar visa promover a identificação com o público jovem, uma vez que roupas formais, frequentemente utilizadas por TILS em outros contextos, podem ser menos atraentes para esse grupo.

A próxima seção abordará o processo de seleção dos conceitos de Física que foram incluídos no aplicativo, detalhando os critérios e as fontes utilizadas para garantir a relevância e a adequação do conteúdo ao público-alvo.

Seleção de Conteúdos e Conceitos de Física

Após a criação do avatar, a etapa subsequente envolveu a seleção dos principais conceitos do componente curricular de Física, do primeiro ano do Ensino Médio. Para garantir a relevância e a adequação do conteúdo ao público-alvo, realizou-se uma pesquisa documental em livros didáticos desse nível de ensino e nas orientações curriculares do Ministério da Educação (MEC) em conformidade com a BNCC (2018). O vocabulário de Física foi adaptado para a Língua Brasileira de Sinais (Libras), e um glossário contendo definições resumidas de cada conceito foi elaborado para o protótipo do aplicativo. A seleção de termos abrangeu áreas como mecânica, cinemática, dinâmica e fenômenos físicos, buscando oferecer uma base acessível para estudantes surdos. Os termos e suas definições encontram-se detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 – Termos e definições de Física utilizados no protótipo.

Termo	Definição
Ciência	É compreendida como uma atividade humana, em constante transformação e suscetível a erros. Seu objetivo se caracteriza pela busca da compreensão da natureza, sendo que o estudo dos fenômenos na natureza obedecendo a um método científico.
Física	É uma ciência que estuda e explica os fenômenos naturais relacionados ao universo.
Fenômeno Físico	É toda alteração na estrutura física da matéria, tais como forma, tamanho, aparência e estado físico, mas que não gere alteração em sua natureza, isto é, na sua composição.
Mecânica	Área da Física que estuda os movimentos.
Dinâmica	Parte da Mecânica que estuda o movimento de um corpo e as causas desse movimento.
Cinemática	É a parte da Mecânica que estuda o movimento de um corpo sem se preocupar com a causa desse movimento.
Estática	Parte da Mecânica estuda as condições nas quais as forças atuantes sobre um corpo se equilibram.
Referência / Referencial	É o corpo a partir do qual as observações dos fenômenos são feitas.
Movimento	Variação da posição de um corpo com o decorrer do tempo, em um dado sistema de referência.
Deslocamento	É a mudança na posição do objeto, dado pelo valor da posição final menos o valor da posição inicial; distância percorrida.
Distância	É a medida sobre a trajetória descrita no movimento; o seu valor depende da trajetória.
Velocidade	Representa a variação entre a distância percorrida (posição) de um móvel e tempo gasto em determinado percurso.
Tempo	Grandeza primitiva; pode-se referir ao momento em que o fenômeno ocorre ou estar relacionado a uma sucessão de eventos.
Intervalo de tempo	Refere-se a um período de tempo, tomado entre dois eventos do fenômeno que se está estudando.
Variação / Variável / Variado	Refere-se a uma grandeza ou fenômeno que varia com o tempo e/ou com a posição.
Localização / Posição	Refere-se ao lugar ou local onde está posto o objeto a ser estudado.

Termo	Definição
Escalar	É definida por ser composta por um único valor numérico associado a uma unidade de medida; grandeza que não necessita de orientação para ser definida.
Inicial	Refere-se ao início do intervalo de tempo durante o qual o fenômeno será estudado.
Final	Refere-se ao final do intervalo de tempo durante o qual o fenômeno será estudado.
Instantâneo / Instantânea	Que ocorre em um determinado instante; naquele exato momento.
Uniforme	Refere-se a uma grandeza ou fenômeno que permanece constante com o tempo e/ou com a posição.

Fonte: Adaptação do material Sinalizando a Física - 1 - Vocabulário de Mecânica (CARDOSO; FERREIRA; BOTAN, 2010).

Para facilitar a compreensão dos usuários em relação aos termos selecionados, optou-se por incluir um resumo da definição de cada termo em um componente de texto posicionado abaixo do avatar. A importância da definição na aprendizagem conceitual é ressaltada por autores como Moreira (2012), que enfatiza que as definições auxiliam na organização e na estruturação do conhecimento.

Além disso, a explicitação das definições é crucial para a acessibilidade, uma vez que, conforme Silva (2018), a clareza e a precisão da linguagem são fundamentais para garantir a compreensão por parte de todos os usuários, especialmente aqueles com deficiência.

No contexto da Libras, a definição textual complementa a sinalização do avatar, fornecendo um suporte adicional para a internalização do conceito. Essa estratégia é particularmente relevante devido à possibilidade de termos similares possuírem significados distintos dependendo do contexto, o que pode gerar ambiguidades na ausência de uma definição clara.

Dando sequência ao processo de desenvolvimento, a próxima seção aborda a criação das animações do avatar e a elaboração da *interface* do aplicativo (protótipo), elementos-chave para a interação eficaz entre o usuário e o conteúdo de Física em Libras.

Animações do Avatar e desenvolvimento do Aplicativo (protótipo)

Após a definição do vocabulário de Física em Libras, a etapa subsequente envolveu a gravação da interpretação dos sinais para os termos selecionados. Essa fase contou com a colaboração de Tradutores e Intérpretes de Língua de Sinais (TILS), cujo conhecimento especializado foi fundamental para garantir a precisão e a adequação das sinalizações. Os vídeos resultantes serviram como referência visual para a criação das animações do avatar.

A utilização de imagens em movimento, como vídeos e animações, possui um potencial significativo para a mediação da realidade. Segundo Moran (2013), as tecnologias audiovisuais não apenas representam a realidade, mas também a reconfiguram, oferecendo novas perspectivas e possibilidades de interação. Nesse sentido, a animação do avatar, baseada nos vídeos de sinalização, busca proporcionar uma experiência de aprendizado mais imersiva e significativa para os usuários.

O protótipo do aplicativo foi desenvolvido utilizando diversas ferramentas tecnológicas. A animação do avatar foi realizada no Blender (versão 2.82.7), um *software* de animação gráfica gratuito e de código aberto que oferece um conjunto robusto de ferramentas para modelagem, animação e renderização 3D (DE FRANÇA PEREIRA; LOURENÇO;

BERGAMASCHI, 2018). O avatar em 3D foi criado com o *software MakeHuman* (versão 1.1.1), também gratuito e de código aberto, enquanto a programação do aplicativo foi realizada utilizando a *IDE Android Studio* (versão 4.0.1) e a linguagem *Kotlin*, escolhida por sua compatibilidade com o sistema Android e por ser uma linguagem moderna e eficiente.

As animações foram criadas utilizando a técnica de quadros-chave, na qual o animador define os quadros inicial e final de um movimento, e o *software* interpola os quadros intermediários. Gomes (2018) destaca a eficiência dessa técnica para o controle preciso da cena animada. No entanto, a complexidade da Libras exige atenção meticulosa aos detalhes, uma vez que nuances sutis nos movimentos e expressões podem alterar significativamente o significado dos sinais.

Paralelamente à produção das animações, foi desenvolvido o *design* da *interface* do aplicativo, utilizando o *software GIMP*. O *GIMP*, uma ferramenta de edição de imagens de código aberto, foi empregado para a criação do esboço do *layout* e da aparência do aplicativo (Figura 3). O protótipo desenvolvido apresenta telas de abertura (Figura 3A), lista de termos (Figura 3B) e definição de termos (Figura 3C). Durante o desenvolvimento da *interface*, priorizou-se a usabilidade e a acessibilidade, buscando destacar o avatar e os gestos da interpretação, além de fornecer resumos claros das definições dos termos selecionados.

Figura 3 - Layout das telas. A - abertura; B - lista de termos; C - detalhes dos termos.



Fonte: Autores.

Após a definição dos detalhes de *layout* e das animações, iniciou-se a etapa de programação do aplicativo. A escolha da plataforma para o desenvolvimento é um fator crucial, e Cardoso (2020) aponta a predominância do sistema Android nos dispositivos móveis brasileiros, o que justifica sua seleção para este projeto.

Para a implementação do aplicativo, utilizou-se a *Integrated Development Environment (IDE) Android Studio* (versão 4.0.1), ambiente oficial para o desenvolvimento de aplicações Android, baseado no *IntelliJ IDEA* e que oferece um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento eficiente de aplicativos. A linguagem *Kotlin* foi selecionada devido à sua

sintaxe concisa e expressiva, bem como à sua interoperabilidade com o código Java e às bibliotecas Android.

Segundo Silva Filho (2017), *Kotlin* oferece uma combinação de produtividade para o desenvolvedor e segurança para o código, sendo uma linguagem moderna e estaticamente tipada que contribui para o desenvolvimento eficiente de aplicativos Android. Essa escolha alinha-se com as recomendações de boas práticas de desenvolvimento de *software*, que enfatizam a importância de utilizar linguagens e ferramentas que otimizem o processo de criação e manutenção de aplicativos (Martin, 2008).

A próxima seção apresenta o protótipo do aplicativo F-Libras, detalhando suas principais funcionalidades e sua estrutura de navegação

Interatividade no Aplicativo (protótipo)

O protótipo do aplicativo F-Libras foi desenvolvido integrando as técnicas e tecnologias descritas anteriormente, resultando em um glossário de termos de Física apresentados tanto na Língua Portuguesa escrita quanto interpretados em Libras por um avatar 3D. A *interface* do aplicativo foi estruturada em duas telas principais para otimizar a experiência do usuário. A primeira tela exibe a lista completa de termos, organizados alfabeticamente e com funcionalidade de rolagem para facilitar a navegação por um extenso vocabulário. A segunda tela fornece uma descrição concisa do termo selecionado, acompanhada pela animação do avatar realizando a interpretação em Libras.

A interpretação dos sinais em Libras é um elemento central do aplicativo, realizada por meio de animações do avatar. Essas animações são baseadas em vídeos gravados com a colaboração de intérpretes de Libras, garantindo a fidelidade e a precisão da sinalização. O aplicativo permite o controle da velocidade de reprodução das animações, adaptando-se às necessidades de diferentes usuários, desde iniciantes até fluentes em Libras. O *design* da *interface* prioriza a usabilidade e a acessibilidade, com um *layout* claro e intuitivo que facilita a localização dos termos e a compreensão de suas definições (Figura 4).

Figura 4 - Tela de lista de termos.



Fonte: Autores.

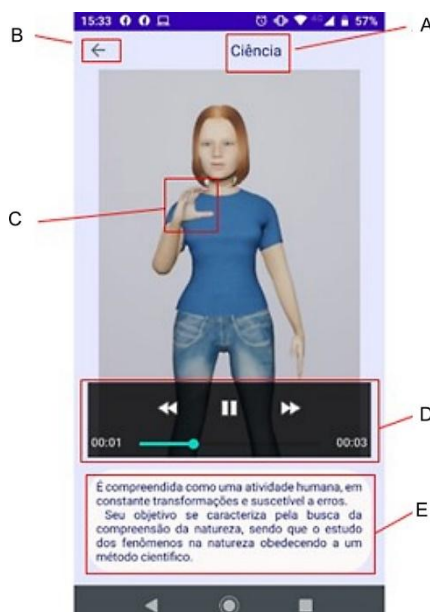
O desenvolvimento deste protótipo demonstra a viabilidade de utilizar avatares 3D como mediadores eficazes entre a Língua Portuguesa escrita e a Libras, promovendo um aprendizado mais inclusivo e interativo de conceitos de Física para estudantes surdos. A carência de recursos educacionais similares ressalta a importância de continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias assistivas voltadas à Educação Bilíngue para Surdos.

A tela de detalhes do aplicativo F-Libras (Figura 5) foi projetada para fornecer uma experiência de aprendizado aprofundada e personalizada. No topo da tela, o termo selecionado é exibido de forma clara, juntamente com um controle intuitivo para retornar à lista de termos, permitindo ao usuário navegar facilmente entre os conceitos. A área central da tela é dedicada à interpretação do sinal em Libras pelo avatar, *Liah*.

Para atender às diversas necessidades dos usuários, controles de mídia foram integrados, possibilitando ajustar a velocidade de reprodução do vídeo. Essa funcionalidade é crucial, pois, conforme Brasil (2002), a variação na velocidade de sinalização pode impactar significativamente a compreensão, especialmente para aprendizes em diferentes estágios de aquisição da Libras.

Além disso, a tela apresenta um resumo da definição do termo, reforçando a conexão entre a palavra escrita e o sinal, o que, segundo Stumpf (2010), é fundamental para o desenvolvimento da literacia em Libras. A Figura 5 ilustra o *layout* e os elementos interativos dessa tela, evidenciando a preocupação com a acessibilidade e a usabilidade.

Figura 5 - Tela de detalhes.



Fonte: Autores.

A Figura 5 apresenta a interface de uma das telas do aplicativo F-Libras, desenvolvida para facilitar o ensino de Física a estudantes surdos por meio da Língua Brasileira de Sinais (Libras). No topo da tela (A), encontra-se o título do termo em estudo, neste caso, "Ciência", que indica ao usuário o conceito abordado. À esquerda (B), há um botão de navegação que

permite o retorno à lista de termos ou à tela anterior, contribuindo para uma experiência de uso intuitiva. A área central da tela é ocupada pelo avatar humanoide (C), responsável por realizar a sinalização em Libras do termo selecionado, proporcionando uma mediação visual acessível. Abaixo do avatar, há um painel de controle de mídia (D), que permite ao usuário iniciar, pausar ou ajustar a reprodução da animação de sinalização, oferecendo flexibilidade no ritmo da aprendizagem. Por fim, na parte inferior da tela (E), é exibida a definição textual do termo em Língua Portuguesa, que complementa a sinalização realizada pelo avatar, reforçando a compreensão do conteúdo por meio da articulação entre texto e linguagem de sinais. Essa organização reflete os princípios DUA, ao apresentar a informação em múltiplos formatos e garantir acessibilidade e inclusão no processo educativo.

Visando a usabilidade e a acessibilidade, optou-se por organizar os termos em um número reduzido de telas, simplificando a navegação e minimizando as dificuldades de acesso ao aplicativo. Essa decisão está alinhada com os princípios do DUA, que preconiza a apresentação da informação em múltiplos formatos para atender às diversas necessidades dos aprendizes (CAST, 2014).

Nesse sentido, o aplicativo F-Libras promove a conexão entre duas formas de representação – vídeo e texto – facilitando a transposição entre a Língua de Sinais e a Língua Portuguesa escrita (Valentini et al., 2006; Rodrigues et al., 2010). Essa articulação é fundamental para o desenvolvimento da biliteracia em estudantes surdos, ou seja, a competência em ambas as línguas, o que, conforme Quadros (2006), amplia suas oportunidades educacionais e sociais.

Esta pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e aprovada conforme o parecer substanciado nº 3.636.574, CAAE nº 19180919.5.0000.5166, emitido em 11 de outubro de 2019, atendendo às diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. As considerações finais a seguir sintetizam os principais resultados e implicações deste estudo.

Considerações finais

A utilização de recursos computacionais na criação de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) demonstra-se uma estratégia eficaz para a promoção da inclusão no contexto educacional. Essa abordagem possibilita que estudantes surdos tenham acesso mais equitativo aos conteúdos escolares, favorecendo a qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Nesse cenário, o desenvolvimento de tecnologias assistivas, como o aplicativo F-Libras, representa um avanço significativo, especialmente no ensino de Física para estudantes surdos, ao possibilitar a superação de barreiras comunicacionais e ampliar as possibilidades de aprendizagem.

À luz do reconhecimento legal da Educação Bilíngue de Surdos como modalidade educacional, conforme a Lei nº 14.191/2021, o aplicativo F-Libras apresenta-se como um recurso pedagógico alinhado a essa perspectiva, ao valorizar a Libras como língua de instrução e promover a mediação do conhecimento científico por meio de uma abordagem visual, interativa e acessível. Dessa forma, a proposta contribui para o fortalecimento de práticas pedagógicas bilíngues no ensino de Física, respeitando as especificidades linguísticas e culturais dos estudantes surdos.

O aplicativo F-Libras, ao mediar conceitos da Física em Libras, cumpre um duplo papel: amplia o acesso ao conhecimento científico e valoriza a Libras como língua de instrução no contexto da Educação Bilíngue de Surdos. A articulação entre recursos visuais e textuais

favorece o desenvolvimento da biliteracia, fortalecendo a relação entre a Língua Brasileira de Sinais e a Língua Portuguesa escrita, o que amplia as oportunidades de inclusão educacional e social dos estudantes surdos.

Os resultados deste estudo evidenciam o potencial das Tecnologias Assistivas (TA) para promover a acessibilidade, estimular a autonomia dos estudantes e facilitar a compreensão de conteúdos abstratos por meio de representações visuais. A mediação tecnológica, nesse sentido, revela-se um elemento fundamental para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem, especialmente em disciplinas como a Física, que tradicionalmente apresentam desafios conceituais mais complexos.

Como desdobramentos futuros, recomenda-se a ampliação da proposta apresentada, contemplando a inserção de novos conteúdos da Física e a incorporação de diferentes recursos didáticos, como animações complementares, vídeos explicativos e estratégias interativas. Conclui-se, portanto, que a integração de TD e recursos linguísticos acessíveis constitui uma estratégia promissora para o fortalecimento da Educação Bilíngue de Surdos, respeitando a Libras como primeira língua e a Língua Portuguesa escrita como segunda língua, em consonância com os princípios da educação inclusiva.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15290**: Tradução e interpretação de Libras. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ALLY, Mohamed. **Mobile learning**: transforming the delivery of education and training. Athabasca: Athabasca University Press, 2019.

BOFF, Eliane Aparecida; REATEGUI, Eliseo Berni. **Software educativo**: análise e projeto. Ribeirão Preto: USP, 2005.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: Língua Brasileira de Sinais. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 4 ago. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14191.htm. Acesso em: 3 jan. 2026.

CARDOSO, Roney; FERREIRA, Silvana; BOTAN, Marli. **Sinalizando a Física** - Vocabulário de Mecânica. 2010.

CARVALHO, Gerson Rodrigues. **Tecnologias assistivas e acessibilidade na educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Editora Educacional, 2011.

COLEN, Eliane Maria; QUEIROZ E MELO, Maria Fernanda de Almeida. Nas trilhas dos avatares: o lúdico nas tecnologias digitais como um multiplicador de possibilidades do sujeito contemporâneo. In: SCGAMES - I SIMPÓSIO SANTA CATARINA GAMES, 2011, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2011.

CORRÊA, Ygor; VIEIRA, Maristela Compagnoni; SANTAROSA, Lucila Maria Costi; BIASUZ, Maria Cristina Villanova. Tecnologia assistiva: a inserção de aplicativos de tradução na promoção de uma melhor comunicação entre surdos e ouvintes. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/49824>. Acesso em: 2 jun. 2025.

DE FRANÇA PEREIRA, Rafael; LOURENÇO, Mário; BERGAMASCHI, Márcio. Produção de vídeo 3D com Blender para o ensino de Física. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO – EDUCAtch, 4., 2018, Natal. **Anais...** Natal: EducaTech, 2018. p. 1-8.

DIAS, Daniel Gonçalves Rodrigues. **Avatar sinalizador de Libras aplicado em atividade de livro didático**: estudo de caso. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

GOMES, Jorge. **Animação 2D**: técnicas de animação. São Paulo: [s.n.], 2018.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012

MARTIN, Robert Cecil. **Clean code**: a handbook of agile software craftsmanship. Boston: Pearson, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOURA, Daiane Fernandes; CARVALHO, Gerson Rodrigues. **Tecnologias assistivas e acessibilidade na educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Editora Educacional, 2011.

NICHELE, Magda Ely; SCHLEMMER, Solange. **Tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem**: inclusão e acessibilidade. São Paulo: Editora da Universidade, 2014.

NICHELE, Magda Ely; SCHLEMMER, Solange. A educação inclusiva no uso de aplicativos móveis. **Revista de Educação Tecnológica**, v. 18, n. 2, p. 47-60, 2017.

SANTOS, A. B. F. dos; SOUZA, N. S. de; SODRÉ, M. S. de O.; MOL, G. M. dos S. A. Contribuições das tecnologias assistivas para a inclusão educacional de pessoas surdas: uma revisão narrativa. **Revista Educação Especial**, v. 38, n. 1, 2025.

SANTOS, V. da S.; MIRANDA JÚNIOR, P. Ensino de Ciências para Surdos: uma revisão bibliográfica a partir de periódicos científicos. **Revista Educação Especial**, v. 38, n. 1, 2025.

SCHLEMMER, Eliane; TREIN, Denise; OLIVEIRA, Clarissa. Metaverso: a telepresença em mundos digitais virtuais 3D por meio do uso de avatares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE, 2008. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2008. p. 441-450.

SCHEFFER, Nilza; SERVIERI, Fernando Antônio; BEZ, Maria Rita; PASSERINO, Lílíana Maria. **Objetos de aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014. p. 310-330.

SILVA, Maria José. **Acessibilidade na web: para uma internet mais inclusiva**. São Paulo: Novatec, 2018.

SILVA FILHO, Geraldo Luiz Ferreira. **Desenvolvimento de aplicativo para adoção de animais abandonados utilizando a linguagem de programação Kotlin e programação reativa**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

STROBEL, Karin. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. 4. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.

STUMPF, Marli Rigo. **Educação de surdos e novas tecnologias**. Florianópolis: UFSC, 2010.

UNESCO. **Acessibilidade na educação: diretrizes para um ensino inclusivo**. Paris: UNESCO, 2021.

ZHANG, Yuxi; CHEN, Xiaomei; LIU, Ying. Assistive technologies in education: the role of digital tools for inclusive learning. **Journal of Inclusive Education**, v. 12, n. 3, p. 22-35, 2022.



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